

Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados
Centro de Documentação e Informação
Coordenação de Biblioteca
<http://bd.camara.gov.br>

"Dissemina os documentos digitais de interesse da atividade legislativa e da sociedade."



CÂMARA DOS DEPUTADOS
CENTRO DE FORMAÇÃO, TREINAMENTO E APERFEIÇOAMENTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

Paulo César Alves da Silva

RESERVA HIDRICA:
Aquífero Guarani e seu Uso Sustentável

Brasília

2011

Paulo César Alves da Silva

**RESERVA HIDRICA:
Aquifero Guarani e seu Uso Sustentável**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Centro de Formação, Treinamento e Aperfeiçoamento da Câmara dos Deputados/Cefor, como parte da avaliação do Curso de Especialização em Legislação e Políticas Públicas.

Orientador: Leandro de Castro Siqueira

Brasília

2011

Autorização

Autorizo a divulgação do texto completo no sítio da Câmara dos Deputados e a reprodução total ou parcial, exclusivamente, para fins acadêmicos e científicos.

Assinatura: _____

Data: ___/___/___

Silva, Paulo César Alves da.

Reserva hídrica [manuscrito] : Aquífero Guarani e seu uso sustentável / Paulo César Alves da Silva. – 2011.

80 f.

Orientador: Leandro de Castro Siqueira.

Impresso por computador.

Monografia (especialização) -- Curso em Legislativo e Políticas Públicas, Câmara dos Deputados, Centro de Formação, Treinamento e Aperfeiçoamento (Cefor), 2011.

1. Agência Nacional de Águas (Brasil) (ANA). 2. Águas subterrâneas, conservação, Brasil. 3. Recursos hídricos, legislação. 4. Bacia hidrográfica, América do Sul. 5. Proteção ambiental. I. Título.

CDU 556.38(81)

RESERVA HIDRICA:
Aquífero Guarani e seu Uso Sustentável

Monografia – Curso de Especialização em Legislação e Políticas Públicas

1º Semestre de 2011

Aluno: Paulo César Alves da Silva

Banca Examinadora:

Leandro de Castro Siqueira

Márcio Luiz Da Silva Gama

Brasília, 28 de janeiro de 2011

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, João Firmino e (Glorinha, in memoriam) pelo amor, cuidado, carinho e dedicação que me dispensaram.

Aos meus tios Bui (Severino Aleixo) e Estelita Aleixo, pelo cuidado comigo na infância e nas horas de precisão.

Minha gratidão a Gessi Albuquerque Alves, por me ter colocado na estrada.

A minha eterna mentora intelectual, professora Marylena Barreiros Sazalar, pelo incentivo e amizade sempre incondicionalmente dispensados.

A minha esposa, Shirley de Farias Pereira, companheira de caminhada e apoiadora dos meus projetos, a quem sou grato e feliz por a ter em minha vida.

AGRADECIMENTO

À Câmara dos Deputados, pelo incentivo e a oportunidade de capacitação oferecida aos funcionários, e em especial, ao deputado Odacir Zonta, por apoiar meu desenvolvimento intelectual, oportunizando-me a continuação dos estudos.

Aos coordenadores e funcionários do Centro de Formação, Treinamento e Aperfeiçoamento da Câmara dos Deputados (CEFOP), pelo profissionalismo, atenção e dedicação para tornar o curso realidade.

Ao prof. Leandro de Castro Siqueira, pela orientação, cumplicidade, ensinamento, amizade e colaboração na realização deste trabalho.

Aos estimados professores deste curso, pelo empenho dispensado em nosso aprendizado, em especial. Aos professores Antonio Teixeira de Barros, Marcelo de Miranda Ribeiro Quintiere e Ricardo de João Braga pelas afinidades e discussões fundamentais para o direcionamento deste trabalho.

Aos colegas de classe, em especial a Anamélia Rocha, Moisés Lobo, pela amizade, companheirismo e solidariedade em todas as fases do curso.

Ao professor Juarez Segalin, por acompanhar minha vida acadêmica.

Aos amigos e familiares, pela paciência, carinho e apoio.

Aos meus pais e irmãos, em especial a minha companheira de vida, Shirley de Farias Pereira, pelo amor e amizade de sempre.

EPÍGRAFE

*Cada homem está envolto em um círculo de coisas,
de árvores, de animais, de idéias e de homens
cuja salvação ele deve assegurar
só ele o pode, mais ninguém.
Se não conseguir salvar
o que o rodeia,
não poderá
salvar-se
a si próprio.*

Nikos Katsantzakis, 1952.

*Somente após a última árvore ser cortada.
Somente após o último rio ser envenenado.
Somente após o último peixe ser pescado.
Somente então o homem descobrirá que dinheiro
não pode ser comido!*

Provérbio Indígena Americano

RESUMO

Este trabalho se insere num momento muito particular da história humana: ao mesmo tempo em que se registram maravilhas tecnológicas, desfruta-se, pelo menos em boa parte, de um nível de vida beneficiado pelo conforto da vida moderna. Graças à capacidade de transformação dos recursos naturais disponíveis, atingimos um ponto crítico que nos obriga a repensar nossas condições e padrão de vida. Está suficientemente provado que os recursos naturais são finitos, e seriam necessárias quatro Terras e meia para estender este padrão a todos os habitantes do planeta. Há muito “sustentabilidade” deixou de ser conceito para se tornar necessidade. Por sustentável, entenda-se a capacidade da sociedade de produzir o suficiente para si e para os seres dos ecossistemas onde ela se situa; tomar da natureza somente o que ela pode repor; mostrar um sentido de solidariedade generacional, ao preservar para as sociedades futuras os recursos naturais de que elas precisarão. Na prática a sociedade deve mostrar-se capaz de assumir novos hábitos e de projetar um tipo de desenvolvimento que cultive o cuidado com os equilíbrios ecológicos e funcione dentro dos limites impostos pela natureza (BOFF, 1999). Mudanças de hábito, porém, não são apenas decisões, mas demandam novo paradigma mental. E isto só é possível mediante dois suportes: consciência e educação. Este trabalho pretende ser um alerta exatamente dentro dessa linha de preocupante atualidade com respeito a um dos mais preciosos e ameaçados recursos naturais: a água. Para que a sociedade atual e possa desfrutar desse bem mas solidariamente comprometida com as gerações, será preciso administrar “equilibradamente” estes bens. Como, porém, se trata de “comunidade”, ou de sociedades distribuídas pelos países do mundo, o bem comum deve necessariamente ser regido por políticas e leis. Neste trabalho, assumimos como tema as águas subterrâneas do Aquífero Guarani, com todo o seu potencial. Reconhecemos, porém, que a legislação a respeito (a cargo da Agência Nacional de Águas – ANA) é insuficiente e sua exploração é feita sem orientação, com riscos para o futuro da reserva. Neste trabalho fazemos um levantamento do aquífero, da legislação existente, da prática de países onde já há mais tempo se utiliza esse recurso com legislação ajustada às necessidades e ao nível de crescimento das necessidades, concluindo com diversas sugestões a serem aplicadas nas esferas dos municípios, dos estados e na área federal, insistindo no elemento Educação, pois de nada valerão leis se a educação não der suporte à consciência, que é o fator “equilíbrio” no consumo de bens finitos.

Palavras-chave. Aquífero Guarani. Águas subterrâneas. Agência Nacional de Águas. Legislação

ABSTRACT

This work is part of a very particular moment in human history: while technological marvels that are recorded, it is enjoyed, at least in part, on a standard of living enjoyed by the comfort of modern life. Thanks to the transformation of natural resources, have reached a critical point that forces us to rethink our conditions and standard of living. Is insufficient proof that natural resources are finite, and it would take four and a half Earths to extend this standard to all inhabitants of the planet. There are a lot of "sustainability" concept no longer need to become. By sustainability, I mean society's capacity to produce enough for themselves and for the beings of the ecosystems where it is situated; take from nature only what she can return, show a sense of generational solidarity, to preserve for future societies natural resources that they need. In practice, the company must show itself capable of taking on new habits and to design a kind of development that cultivates the careful balances and works within the limits imposed by nature (BOFF, 1999). Habit changes, however, are not just decisions, but require new mental paradigm. And this is only possible through two media: awareness and education. This study is a warning just inside this line of troubling news regarding one of the most precious and threatened natural resources: water. In today's society and can enjoy that well but severally liable with the generations, you need to manage "balance" such property. But since it is a "community", distributed by companies or countries, the common good must necessarily be governed by policies and laws. In this work, we took as its theme the groundwater of the Guarani Aquifer, with all its potential. We recognize, however, that such legislation (in charge of the National Water Agency - ANA) is insufficient and its operation is made without guidance, with risks for the future of the reserve. In this work a survey of the aquifer, the existing legislation, the practice of countries where we have more time with you using this legislation tailored to the needs and level of growth needs, and concluded with several suggestions to be implemented in the spheres of municipalities, states and the federal area, insisting on the Education element, because that is pointless laws if education does not support consciousness, which is the factor of "balance" in the consumption of finite resources.

Keywords: Guarani Aquifer. Groundwater. National Water Agency. Legislation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico da distribuição relativa das águas doces no Planeta.....	20
Figura 2 - Ciclos de recarga e descarga do Sistema Aquífero Guarani.....	23
Figura 3 - Principais aquíferos conhecidos e estudados no mundo, em ordem de tamanho e relevância de volume estimado de água armazenada.....	26
Figura 4 – Mapa Esquemático do Aquífero Guarani.....	28

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: OU ÁGUAS QUE OS OLHOS NÃO PODEM ENXERGAR	16
1.1 BREVE HISTÓRICO DAS ÁGUAS “INVISÍVEIS”: OU ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	17
1.2 ORIGEM E FUNÇÕES DOS AQUÍFEROS: CISTERNAS CRIADAS PELA NATUREZA	20
1.3 ÁREAS DE RECARGA E DESCARGA DO AQUÍFERO.....	22
1.4 AS FUNÇÕES DOS AQUÍFEROS	23
2 AQUÍFERO GUARANI: UM RESERVATÓRIO NATURAL À DISPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES DO MERCOSUL	27
2.1 USO ATUAL E EXPLORAÇÃO DO AQUÍFERO GUARANI.....	31
2.2 POSSÍVEIS PERIGOS E AMEAÇAS DE CONTAMINAÇÃO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	33
3 USO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: LEGISLAÇÕES VIGENTES NO BRASIL E NO MUNDO	36
3.1 LEGISLAÇÃO QUE NORTEIA O USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL.....	38
3.2 BREVE HISTÓRICO DOS ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS NO BRASIL	41
3.3 ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS EM OUTROS PAÍSES	45
3.4 CONCLUSÕES	49
4 SUSTENTABILIDADE E USUFRUTO DO AQUÍFERO GUARANI	50
4.1 POLÍTICAS PÚBLICAS DE ABASTECIMENTO E PRESERVAÇÃO DA ÁGUA	51
4.2 POLÍTICAS PÚBLICAS DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	52
4.3 CUSTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS COMPARADOS AOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	53
4.4. POLÍTICA PÚBLICA ESPECÍFICA PARA UTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS DO AQUÍFERO GUARANI	54

5 USOS DAS ÁGUAS NO BRASIL.....	56
5.1 RELEVÂNCIA SOCIAL E ECONÔMICA DO AQUÍFERO GUARANI NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA	57
6 O DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO A PARTIR DOS USOS MÚLTIPLOS DAS ÁGUAS DO AQUÍFERO GUARANI.....	60
6.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO	60
6.2 CLIMATIZAÇÃO DE AMBIENTES.....	60
6.3 ATIVIDADES AGROINDUSTRIAIS	61
6.4 ATIVIDADES INDUSTRIAIS	63
6.5 TURISMO HIDROTERMAL	63
7 RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO SOCIAL E ECONÔMICO E O USO SUSTENTÁVEL DO AQUÍFERO GUARANI.....	64
7.1 UMA NOVA ORDEM EDUCACIONAL PARA O USO DOS BEM NATURAIS DO PLANETA, EM PARTICULAR A ÁGUA.....	67
CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS	72
GLOSSÁRIO	76

INTRODUÇÃO

A água é um elemento vital para toda espécie de vida no planeta Terra. Nos últimos anos, o assunto água tem sido merecido a atenção mundial em fóruns específicos de discussões sobre os riscos que a envolvem. Alguns exemplos são: a escassez, a contaminação, a renovação das fontes, a cultura do desperdício, a má distribuição, o uso indevido dos mananciais subterrâneos e a poluição das águas superficiais, que são alarmantes, além dos inúmeros conflitos armados envolvendo disputas por água entre nações.

Nossa intenção neste estudo tem o propósito de apresentar aos leigos no assunto uma abordagem sobre a importância e a relevância das águas subterrâneas no Brasil e no mundo. Abordamos as águas subterrâneas e seus aspectos históricos, seus usos nos mais distintos processos, os riscos de contaminação e de poluição e as legislações vigentes. Ou seja, este trabalho é um apanhado dos diversos estudos já realizados sobre toda problemática que envolve as chamadas águas “invisíveis”.

O trabalho é composto de sete capítulos. No primeiro - Águas subterrâneas: águas que os olhos não podem enxergar -, abordamos com objetividade um histórico sobre as águas subterrâneas, águas que constituem o maior reservatório de água doce do mundo, representando mais de 97% de toda a água doce disponível no planeta (excluindo glaciares e calotas polares).

Na história da humanidade, percebemos a importância desse tipo de água na vida e na trajetória do homem, seu uso no abastecimento de pessoas e animais, na produção industrial, no uso agrícola (processo de irrigação), para lazer (balneários, águas termais e minerais), etc.

No capítulo 2 - Aquífero Guarani: um reservatório natural à disposição das comunidades do Mercosul -, abordamos sua dimensão e seus aspectos importantes, um manancial de água subterrânea de aproximadamente 1,2 milhões de quilômetros quadrados, 2/3 dos quais distribuídos em oito estados brasileiros (no subsolo). O remanescente, equivalente a 1/3, passa pela Argentina, Paraguai e Uruguai. Estima-se que o aquífero possa fornecer água (43 bilhões de metros cúbicos por ano) a uma população de até 500 milhões de habitantes.

No capítulo 3 - Uso de águas subterrâneas: legislações vigentes no Brasil e no mundo-, abordamos as legislações e políticas públicas específicas que alguns países já têm e aplicam. Segundo Rebouças (2002), países como Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Holanda, Hungria, Itália, Marrocos, Rússia e Suíça desenvolveram políticas públicas para exploração dessas águas e com elas conseguem atender de 70% a 90% da demanda para abastecimento público.

Há, ainda, os países que são atendidos totalmente por águas subterrâneas e delas dependem exclusivamente, como Dinamarca, Arábia Saudita e Malta. Na Austrália, 60% da população depende das reservas subterrâneas; a perfuração de poços é controlada. Na cidade do México, com mais de 20 milhões de habitantes, próximo de 80% dessas pessoas também são atendidas por águas subterrâneas.

No capítulo 4 - Sustentabilidade e usufruto do Aquífero Guarani - ressaltamos que o termo sustentabilidade se tornou-se um mote nos fóruns de discussões sobre preservação dos recursos naturais e ambientais pelo mundo.

No capítulo 5 - Os usos das águas no Brasil - falamos sobre os seus diversos usos: abastecimento humano, entre os principais; irrigação; dessedentação animal; geração de energia elétrica; navegação; diluição de efluentes; pesca; recreação e paisagismo. (BARBANTI et al. 2002).

No capítulo 6 - O desenvolvimento socioeconômico a partir dos usos múltiplos das Águas do Aquífero Guarani -, mostramos aspectos que consideramos importantes. Atualmente são vários os usos das águas captadas desse aquífero.

No capítulo 7 - Recomendações para o desenvolvimento social e econômico e o uso sustentável do Aquífero Guarani -, mostramos as potencialidades deste manancial, propondo algumas medidas a serem elaboradas e executadas.

Ressaltamos que o Brasil possui extensa rede hidrográfica. Entretanto, esta riqueza hídrica se distribui de modo irregular: a Amazônia concentra 70% da água do País, mas abriga apenas 7% da população brasileira; a Região Sudeste possui 6% das reservas de água do País e concentra 42% de sua população.

Salientamos a necessidade urgente de rever as políticas públicas de recursos hídricos, bem como analisar os tratados dos suprimentos comuns de água, com especial enfoque na

obtenção e adução das águas subterrâneas do Aquífero Guarani e sua inclusão definitiva no Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - PROÁGUA Nacional -, um programa de iniciativa do governo federal.

Nossa intenção, com o presente estudo, é revelar o quanto as águas subterrâneas podem solucionar a problemática enfrentada por muitas famílias brasileiras que sofrem com a escassez e a má distribuição de água, o que gera inúmeros desconfortos sociais e econômicos. Lembramos que o Brasil ostenta as maiores reservas de água doce no mundo e poderá, através de políticas públicas e investimentos na área, utilizar essas águas para suprir necessidades humanas.

Portanto, falta ainda disposição dos governantes e da classe política para solucionar o que tem solução, pois tal oferta levaria dignidade para milhões de brasileiros que ainda sofrem de problemas de falta de água ou de má distribuição.

1 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ÁGUAS QUE OS OLHOS NÃO PODEM ENXERGAR

A água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para sustentar a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente. Já que a água sustenta a vida, o gerenciamento efetivo dos recursos hídricos demanda uma abordagem holística, ligando desenvolvimento social com o econômico e proteção dos ecossistemas naturais. Gerenciamento efetivo liga os usos da terra aos da água nas áreas de drenagem ou aquífero de águas subterrâneas.

(Princípio nº 1 - da Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente (ICWE) em Dublin, Irlanda, janeiro de 1992)

Ao pensarmos na água, a primeira idéia que nos chega ao pensamento é a de um bem vital neste planeta. Dos que nasceram e vivem nos centros urbanos e têm acesso à água tratada e distribuída pelas companhias estaduais de água e saneamento, poucos conhecem por completo – ou desconhecem de todo - o processo que torna a água própria para consumo humano e a faz chegar às suas torneiras.

Portanto, urge iniciarmos nova cultura de pensamento e prática neste processo, buscando informações para melhor entendimento. É possível uma reeducação voltada a ensinar à sociedade quanto ao real valor da água e à problemática que a envolve e, com isso, mudarmos alguns maus hábitos que infelizmente nos fazem desperdiçar volumes significativos de água potável.

Os professores e biólogos Nadia Rita Boscardin Borghetti e José Roberto Borghetti e o geólogo Ernani Francisco da Rosa Filho, quando do lançamento do livro *Aquífero Guarani: A verdadeira Integração dos Países do MERCOSUL*, fizeram o seguinte alerta: “O que seria melhor aprender? Enfrentar a escassez da água ou evitá-la?” Segundo estes pesquisadores, a humanidade não só não estaria preparada para enfrentar tal problema, como essa crise seria mais complexa do que a energética, uma vez que, ao contrário da energia elétrica, a água é insubstituível.

1.1 BREVE HISTÓRICO DAS ÁGUAS “INVISÍVEIS”; OU ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A água subterrânea, segundo BORGHETTI et al. (2004), é toda água que se encontra abaixo da superfície terrestre de uma determinada área ou região, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares, ou fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas e que, sendo submetida a duas forças (de adesão e de gravidade) desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos.

Embora toda água situada abaixo da superfície da terra seja evidentemente subterrânea, na hidrogeologia a denominação água subterrânea é atribuída apenas à água que circula na zona saturada, isto é, na zona situada abaixo da superfície freática (REBOUÇAS, apud SOUZA, 2009, p. 39).

Rebouças (2000, p. 126), conquanto admita haver diversas, afirma terem das águas subterrâneas três principais origens:

Meteórica: as dessa origem são de longe as mais importantes, em termos práticos, pois constituem cerca de 97% dos estoques de água doce que escorrem em estado líquido nas terras emersas – continentes e ilhas. A origem meteórica significa que essas águas são naturalmente recarregadas pela infiltração de uma fração das precipitações – chuvas, neves e neblinas, principalmente – que caem nos domínios emersos da terra.

Os poros e fissuras por onde a água meteórica se infiltra, local e ocasionalmente, acumula ou percola, tem dimensões milimétricas. São, porém, em tão grande número que o subsolo estoca cerca de 10,5 milhões km³ de água doce. Esta quantidade representa cerca de 97% do volume de água doce líquida dos continentes, acessível, pelos meios tecnológicos e econômicos disponíveis - desde que captadas de forma adequada -, para abastecimento seguro de populações, indústrias e atividades agropecuárias.

Conatas: são águas retidas - ou conatas - nos sedimentos desde as épocas de formação dos depósitos e são, por isso, também chamadas de “águas de formação”.

Em consequência, têm, de modo geral, altos teores salinos, os quais foram herdados dos paleoambientes marinhos de formação dos depósitos em apreço, resultaram dos longos períodos de interações água/matriz rochosa ou refletem a ausência de recargas abundantes mais recentes que poderiam ter produzido uma progressiva diluição dos constituintes em solução.

O volume subterrâneo das águas de formação representa, segundo estimativas, 53 milhões de km³, que estão estocados na litosfera, em geral a profundidades superiores a 4.000 m. Vale salientar que, em função das condições geotectônicas dominantes na área, pode haver águas subterrâneas conatas a pequenas profundidades, resultantes do jogo de falhas que comandaram a formação de blocos aquíferos isolados ou cativos, nos quais a infiltração mais recente é praticamente desprezível.

Para efeitos práticos, as reservas assim estocadas têm sido classificadas em renováveis, pouco renováveis e não-renováveis ou fósseis.

Contudo, esta classificação é de certa forma artificial, pois, em absoluto, não existe água subterrânea desconectada do ciclo hidrológico. As águas subterrâneas de formação integram-se ao gigantesco mecanismo de circulação das águas da Terra, tendo em vista os mecanismos geológicos relacionados com a Tectônica das Placas.

Por sua vez, toda forma de extração afeta os potenciais hidráulicos naturais dos sistemas aquíferos, alterando os fluxos subterrâneos e induzindo recarga direta ou indireta em setores praticamente não realimentados nas condições naturais de ocorrência.

Juvenil: a quantidade de água de origem juvenil, ou seja, gerada pelos processos magnéticos da terra, é estimada em cerca de 300 metros cúbicos por ano. Esta parcela integra-se ao gigantesco mecanismo de circulação das águas por meio dos mecanismos geológicos de circulação de massas e energias relacionados com a Tectônica de Placas. Entretanto, a quantidade de água de origem juvenil, comparativamente aos volumes de água de origem meteórica, é insignificante.

Na história da humanidade, percebemos a importância das águas subterrâneas na vida e trajetória do homem e seu uso no abastecimento potável de pessoas e animais, na produção

industrial, no uso agrícola (processo de irrigação), para lazer (balneários, águas termais e minerais), etc. A humanidade se beneficia dessas águas ao longo de sua história, motivo mais que justo e necessário para uma nova consciência na manutenção e preservação destes reservatórios.

Desde o início, a captação da água subterrânea tornou-se uma das importantes possessões dos povos primitivos, face à escassez ou irregularidade das chuvas nessas áreas. Certamente que, inicialmente, as obras de captação eram simples buracos d'água, como faziam o cavalo selvagem e o lobo (REBOUÇAS, 2002, p. 120).

O uso de água subterrânea pelos povos antigos remonta a tempos imemoriais. Porém, registros arqueológicos mostram que a humanidade usava de técnicas capazes de captar essas águas para satisfazer necessidades diversas, como consumo humano e uso na agricultura.

Desde pelo menos 8.000 a.C., as escavações feitas para extração de água subterrânea para consumo passaram a ser revestidas de pedra e betume, como é o caso do “cacimbão” mais antigo até agora descoberto na cidade fortificada de Jericó (REBOUÇAS, 2002, p. 120).

E completa o autor:

A perfuração de poços profundos com varas bambu teve início em cerca de 5.000 a.C. na China. Porém, as galerias e túneis horizontais ou —canates|| de até centenas de quilômetros de comprimento, construídos pelos povos antigos nas rochas fraturadas — calcários, arenitos e/ou vulcânicas — do Oriente Médio, ainda representam as obras mais espetaculares de captação de água subterrânea. (REBOUÇAS, 2002. p.120).

A água subterrânea constitui o maior reservatório de água doce do mundo, representando mais de 97% de toda a água doce disponível no planeta (excluindo glaciares e calotas polares). Os restantes 3% são, sobretudo, constituídos por águas superficiais (lagos, rios e pântanos) e pela umidade da zona superficial do solo (BORGHETTI et al., 2004).

O Brasil não ostenta apenas o título de melhor futebol do mundo. Deve orgulhar-se de ser destaque mundial por possuir o maior potencial hídrico de água potável do mundo. Estudos apontam que, do total de água disponível no planeta, 97,5% é de água salgada e

apenas 2,5% de água doce. Deste percentual – 2,5% de água doce -, conforme nos mostra o gráfico abaixo, 68,9% encontram-se nas calotas polares; 29,9% é de água subterrânea doce; 0,9% é de outros reservatórios e 0,3% constitui rios e lagos; contudo, quase 20% desta água doce está em território brasileiro.(REBOUÇAS, 2002).

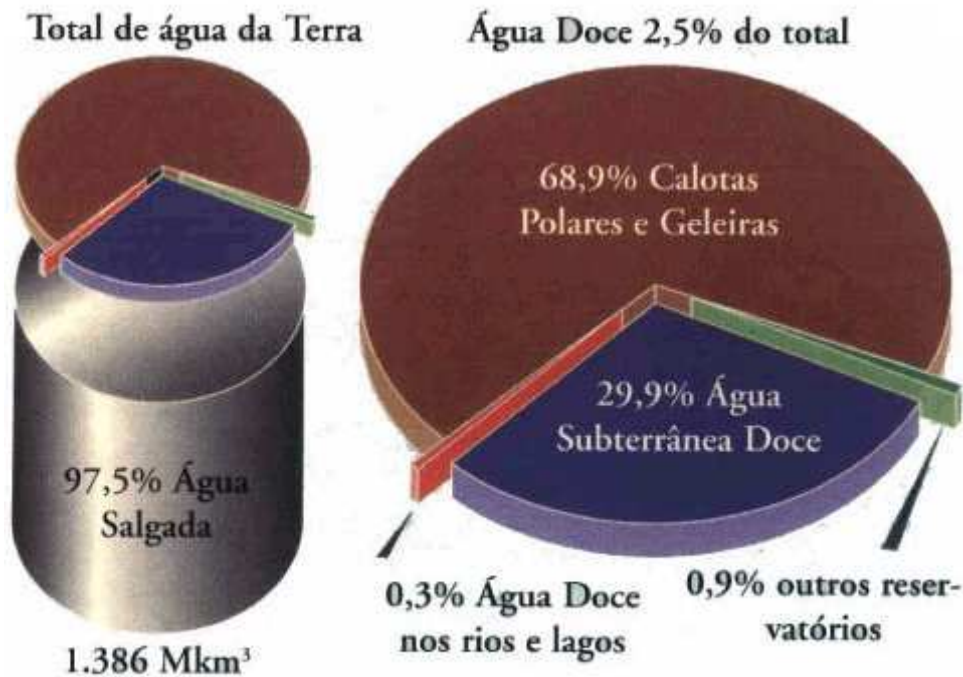


Figura 2. Os volumes de água da Terra

Fonte: Rebouças *et al.*, 1999.

Figura 1 – Gráfico da distribuição relativa das águas doces no Planeta
 FONTE: Rebouças et al. (1999).

1.2 ORIGEM E FUNÇÕES DOS AQUÍFEROS: CISTERNAS CRIADAS PELA NATUREZA

Para entendermos de maneira simples o significado de aquífero, basta pensar numa enorme cisterna construída pela natureza para filtrar e armazenar a água. Do ponto de vista etimológico, aquífero significa: aqui = água; fero= transfere; ou, do grego: suporte de água (HEINEN et al., apud BORGHETTI, 2004, p. 105). Cientificamente, aquífero é uma formação geológica do subsolo, constituída por rochas permeáveis, que armazena água em seus poros ou fraturas (BORGHETTI et al., 2004).

O aquífero precisa ser uma formação rochosa capaz de permitir o armazenamento natural da água; caso contrário, esta água evaporaria ou tomaria outros rumos, Ele, em geral, se mede por grandes ou pequenas extensões em quilômetros quadrados. Além de servir como uma grande cisterna natural, o aquífero precisa ainda ter facilidade de transmitir a água nele depositada. Portanto, a constituição geológica só será aquífera se, além de ter seus poros saturados (cheios) de águas, permitir a fácil transmissão da água armazenada. (BORGHETTI et al., 2004).

A porosidade e a permeabilidade intergranular ou de fissuras da rocha irão determinar a velocidade da água em seu meio, a qualidade da água e a sua qualidade como reservatório. (REBOUÇAS, apud BORGHETTI et al., 2004, p. 105).

Além dos aquíferos, temos os aquícludes, os aquitardes e os aquífurgos.

Segundo a definição de Rebouças (2002), aquícludes é uma formação que pode conter água (até mesmo em quantidades significativas), mas é incapaz de transmiti-la em condições naturais. Aquitardo é uma camada ou formação semipermeável delimitada no topo ou na base por camadas de permeabilidade muito maior. Seu comportamento é o de uma membrana semipermeável, através da qual pode ocorrer uma filtração vertical, ou drenança. Aquífurgo aplica-se a uma formação impermeável que nem armazena nem transmite água. “A rocha que tem porosidade e permeabilidade passou a ser chamada de aquífera, independente de estar saturada”. (REBOUÇAS, 2002, p. 119).

Outra perspectiva sobre os aquíferos é imaginarmos o processo pelo qual a água chega paulatinamente até as camadas inferiores da terra ao longo de anos, formando os reservatórios. O Ministério do Meio Ambiente assim se refere ao ciclo hidrológico que tem origem nos aquíferos:

Á água subterrânea corresponde à parcela mais lenta do ciclo hidrológico e constitui nossa principal reserva de água, ocorrendo em volumes muito superiores aos disponíveis na superfície. Ela ocorre preenchendo espaços formados entre grânulos minerais e nas fissuras das rochas, que se denominam aquíferos. Às águas subterrâneas representam a parcela da chuva que se infiltra no subsolo e migra continuamente em direção às nascentes, leitos de rios, lagos e oceanos. Os aquíferos, ao reterem as águas das chuvas, desempenham papel fundamental no controle das cheias. Nos aquíferos, as águas encontram proteção natural contra agentes poluidores e ou perdas por evaporação (Ministério do Meio Ambiente, apud SOUZA, 2009, p. 31).

1.3 ÁREAS DE RECARGA E DESCARGA DO AQUÍFERO

Um aquífero é uma reserva permanente de água. Esta área de reabastecimento é chamada de zona de recarga, que pode ser direta ou indireta. O escoamento de parte da água do aquífero ocorre na zona de descarga (BORGHUETTI et al., 2004).

Zona de recarga direta é aquela em que as águas da chuva se infiltram diretamente no aquífero através de suas áreas de afloramento e fendas de rochas subjacentes. Sendo assim, a recarga sempre é direta nos aquíferos livres, ocorrendo em toda a superfície acima do lençol freático. Nos aquíferos confinados, o reabastecimento ocorre preferencialmente nos locais em que a formação portadora de água aflora à superfície.

Zona de recarga indireta são aquelas em que o reabastecimento do aquífero se dá a partir da drenagem (filtração vertical) superficial das águas e do fluxo subterrâneo indireto, ao longo do pacote confinante subjacente, nas áreas em que a carga potenciométrica favorece os fluxos descendentes.

Zona de descarga é aquela por onde as águas emergem do sistema, alimentando os rios e jorrando com pressão por poços artesianos.

Segundo REBOUÇAS (2002), os maiores sucessos das taxas de recargas ocorrem nas regiões planas, boa cobertura vegetal e bem arborizadas. Este modelo conceitual hidrogeoquímico mostra os ciclos de recarga e descarga do Sistema Aquífero Guarani.

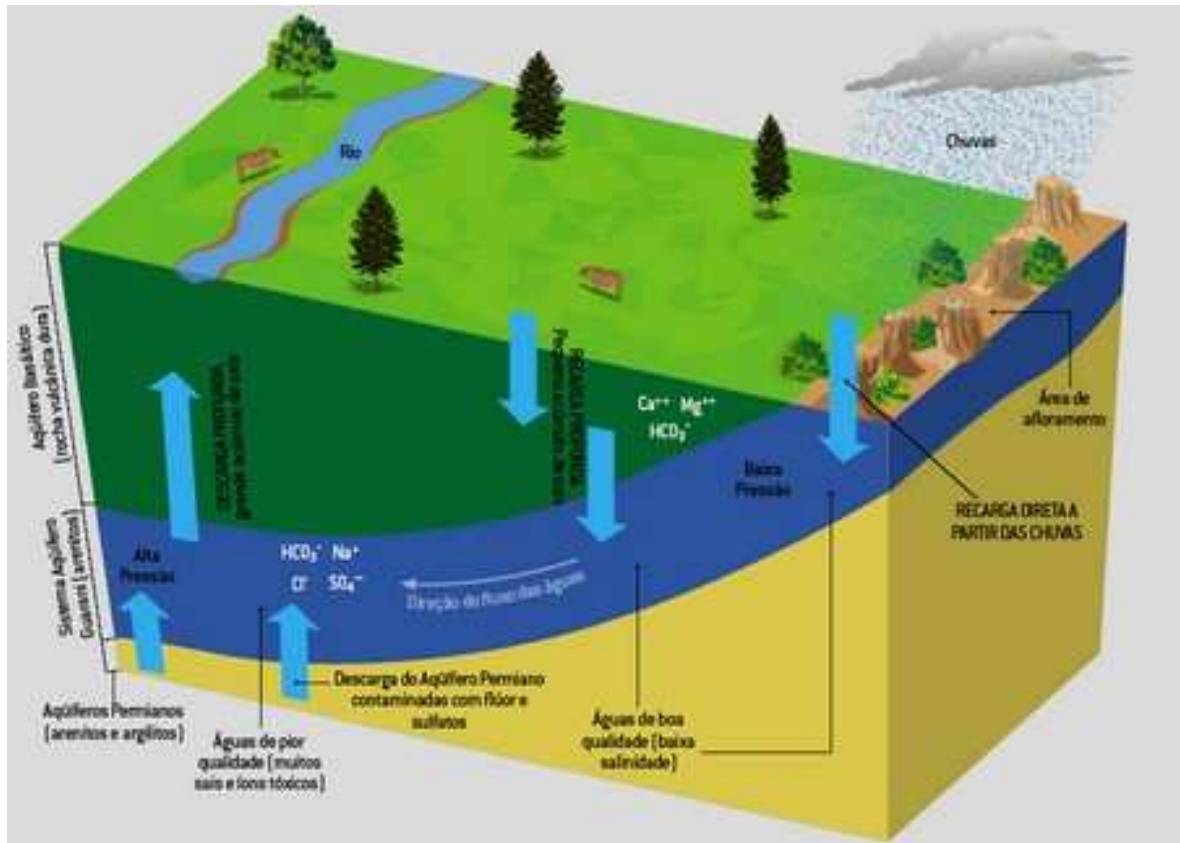


Figura 2 - Ciclos de recarga e descarga do Sistema Aquífero Guarani
 FONTE: http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/img/aquífero_info.jpg

1.4 AS FUNÇÕES DOS AQUÍFEROS

Os aquíferos podem ser abordados sob várias perspectivas, segundo REBOUÇAS et al., (2002). Dentre as muitas, as principais são:

- a. função de produção, que corresponde à função tradicional de produção de água para consumo humano, industrial e/ou irrigação;
- b. função de estocagem e regularização: utilização do aquífero para estocar excedentes de água que ocorrem durante as enchentes dos rios; estocagem de excedentes da capacidade máxima das estações de tratamento durante os períodos de demanda baixa ou resultantes do reaproveitamento de efluentes domésticos e/ou industriais;

- c. função de filtro: corresponde à capacidade filtrante e de depuração biogeoquímica do maciço natural permeável, razão da implantação dos poços a distâncias adequadas de rios perenes, de lagoas, lagos ou reservatórios, para extrair água naturalmente clarificada e purificada, reduzindo substancialmente os custos dos processos convencionais de tratamento;
- d. função ambiental: a hidrogeologia evoluiu de enfoque naturalista tradicional (década de 40) para hidráulico quantitativo até a década de 60, época a partir da qual se desenvolveu a hidroquímica em função da intensa utilização de insumos químicos nas áreas urbanas industriais e nas atividades agrícolas, o que fez com que, na década de 80, surgisse a necessidade de uma abordagem multidisciplinar integrada na geohidrologia ambiental;
- e. função transporte: é a utilização do aquífero como um sistema de transporte de água entre zonas de recarga artificial ou natural e áreas de extração excessiva;
- f. função energética: utilização da água subterrânea aquecida pelo gradiente geotermal como fonte de energia elétrica ou termal;
- g. função mantenedora: é a que mantém o fluxo de base dos rios;
- h. função estratégica: água contida no aquífero por acumulação durante muitos anos ou séculos, constituindo, portanto, reserva estratégica para épocas de pouca ou nenhuma chuva.

A integração de águas superficiais e subterrâneas de áreas metropolitanas, inclusive mediante práticas de recarga artificial com excedentes de capacidade das estações de tratamento (em geral em períodos de menor consumo, com infiltração de esgotos tratados e águas pluviais), por originarem grandes volumes hídricos, requerem um grande trabalho de gerenciamento. O gerenciamento tem por tarefa bombear volumes hídricos suficientes para atender ao consumo essencial nos picos sazonais de demanda, nos períodos de escassez relativa e em situações de emergência, resultantes de acidentes naturais, como avalanches, enchentes e outros tipos que reduzem a capacidade de sistema básico da metrópole.

Ao abordarmos este assunto, estamos convencidos da importância dos mananciais de águas subterrâneas disponíveis no território brasileiro. Sua utilização tem-se transformado numa alternativa viável, capaz de abastecer muitas populações devido à abundância da oferta e ao baixo custo. Entretanto, o Brasil carece de uma política pública capaz de viabilizar a exploração dessas águas, reservas capazes de suprir a escassez que aflige muitas populações e

e ainda fomentar a economia regional e o desenvolvimento social das cidades situadas sobre os aquíferos.

Estudos indicam que nas últimas décadas aumentou consideravelmente o interesse de alguns países na captação das águas subterrâneas para abastecimento humano e demais necessidades. Dos aquíferos conhecidos e estudados no mundo, os principais são, em ordem de tamanho e relevância de volume estimado de água armazenada:

	Nome	Países	Área (milhões Km²)	Volume estimado (bilhões de m³)
1	SISTEMA AQUÍFERO AMAZONAS (Solimões, Iça, Alter do Chão)	Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela	3,95	----
2	NUBIA	Líbia, Egito, Chade e Sudão	2	75
3	NORTE SAHARA	Argélia, Líbia e Tunísia	1,03	60
4	SISTEMA AQUÍFERO GUARANI	Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai	1,2	37
5	GRANDE BACIA ARTESIANA	Austrália	1,7	20
6	HIGH-PLAIN Aquífero Ogallala	Estados Unidos	0,45	15
7	NORTH CHINA PLAIN	China	0,14	5
8	VECHT	Alemanha e Holanda	0,38	----
9	KALAHARI /KAROO BASIN	Namíbia, Bostwana, África do Sul	0,144	-----

continua

Conclusão

10	INDIA RIVER PLAIN	Índia e Paquistão	0,560	-----
11	LESTE PRÚSIA	Rússia, Polônia e Lituânia	----	-----
12	AQUÍFERO RIO GRANDE	Estados Unidos e México	0,108	-----

Figura 3 - Principais aquíferos conhecidos e estudados no mundo, em ordem de tamanho e relevância de volume estimado de água armazenada

Fonte: Adaptado do BGR/UNESCO, 2006- 3, UNESCO, 2001).

Pela importância do potencial hídrico subterrâneo do Brasil, e sua crescente utilização para diversos fins, os estudiosos verificaram, nos últimos anos, que essa reserva hídrica não é uniforme, alternando-se regiões com abundância e outras com escassez. A Agência Nacional de Águas (ANA) afirma:

A utilização das águas subterrâneas tem crescido de forma acelerada nas últimas décadas, e há indicações de que essa tendência deverá continuar, o que explica o crescimento contínuo do número de empresas privadas e órgãos públicos com atuação na pesquisa e captação dos recursos hídricos subterrâneos e do número de pessoas interessadas pelas águas subterrâneas tanto nos aspectos técnico-científicos e socioeconômico como no administrativo e legal (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA -, 2009).

2 AQUÍFERO GUARANI: UM RESERVATÓRIO NATURAL À DISPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES DO MERCOSUL

Ainda não se sabe se em outro planeta há de fato água. Por enquanto, esse fluido essencial para a vida só existe aqui na Terra, que é composta mais de água do que de outra substância; por isso, não seria absurdo nenhum se o planeta em que vivemos fosse chamado de Água.

(REBOUÇAS, 2004, p. 147)

Após apresentarmos de forma objetiva e sucinta um breve histórico sobre as águas subterrâneas, iniciaremos a falar sobre o Aquífero Guarani, considerado uma das maiores reservas de água subterrânea do mundo, estendendo-se desde a Bacia Sedimentar do Paraná até a Bacia do Chaco-Paraná. Está localizado no centro-leste da América do Sul, entre o 12° e o 35° de latitude Sul e o 47° e o 65° de longitude Oeste, subjacente a quatro países do Mercosul: Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai.

Possui dimensão aproximada de 1,2 milhão de quilômetros quadrados; tem dois terços (840 mil km²) distribuídos em oito estados brasileiros: MS (213.200 km²), RS (157.600 km²), SP (155.800 km²), PR (131.300 km²), GO (55.000 km²), MG (51.300 km²), SC (49.200 km²) e MT (26.400 km²).

O remanescente terço passa pela Argentina, Paraguai e Uruguai, sendo assim distribuído: 225, 5 mil km² na Argentina; 71, 7 mil km² no Paraguai e 58.5 km² no Uruguai. Estima-se que o aquífero possa fornecer água (43 bilhões de metros cúbicos por ano) para uma população de até 500 milhões de habitantes (BORGHETTI et al., 2004).

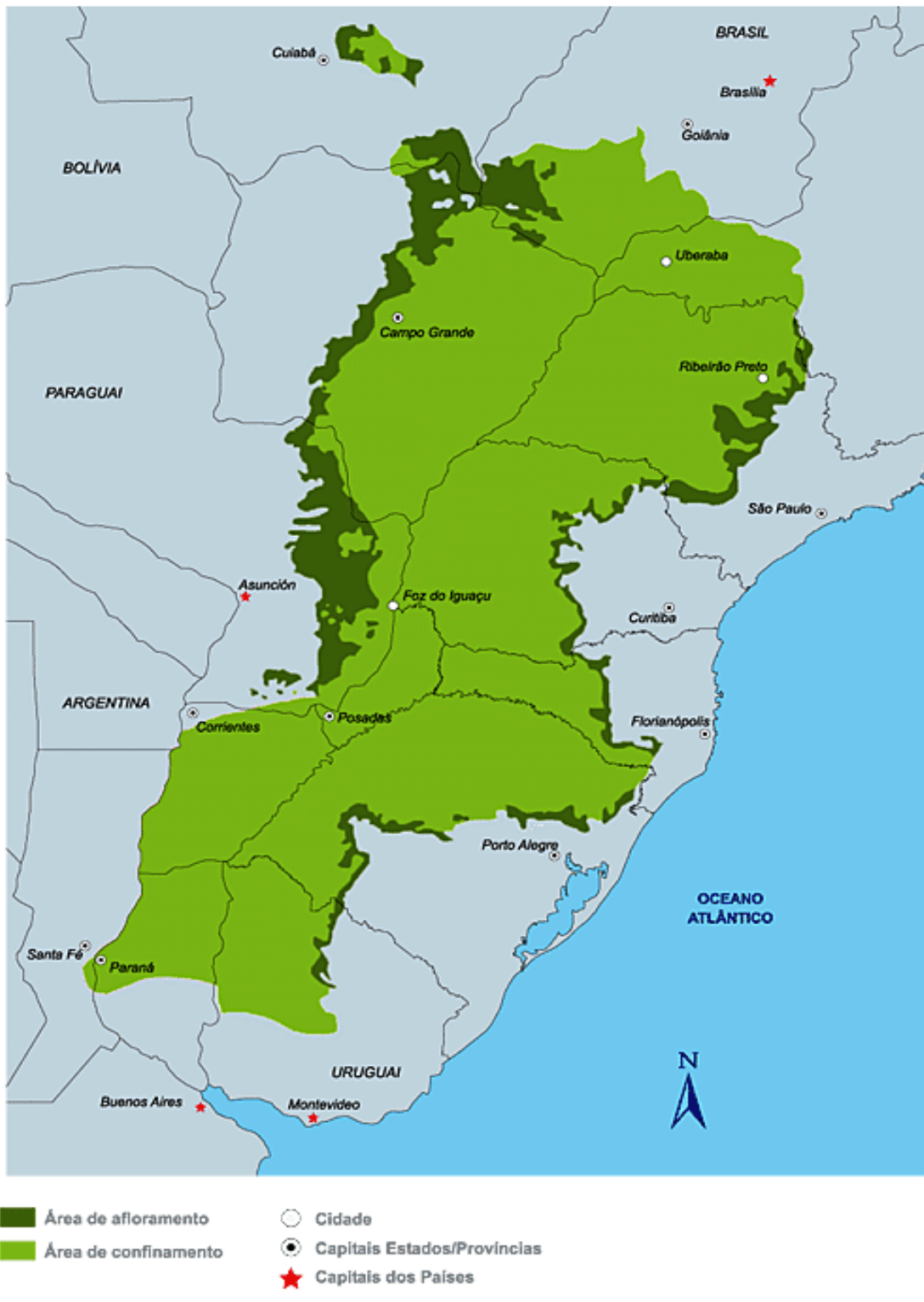


Figura 4 – Mapa Esquemático do Aquífero Guarani

FONTE: Modificado de CAS/SRH/MMA (2001) por Boscardin Borghetti et al. (2004)

Entretanto, mesmo sendo detentor dos maiores potenciais hídricos do mundo, o Brasil, em comparação com países de menor potencial hídrico, tem uma das piores distribuições de água.

O problema da má distribuição de água limpa para beber no Brasil se deve, em particular, não à falta física de água, mas à falta de acesso à água limpa de beber (REBOUÇAS, 2002).

Este potencial hídrico do Aquífero Guarani, demonstrado através de estudos, é o motivo que tem despertado interesse de estudiosos, da comunidade internacional, de governos de sua área abrangência, que fazem parte do Mercosul, e da comunidade em geral. Detentor das maiores reserva de águas subterrâneas do mundo, o Brasil precisa adotar urgentemente medidas estratégicas para o uso, conservação, prevenção da poluição e conservação de ecossistemas. Sob o risco de enfrentar problemas ainda mais sérios de escassez de água.

O nome Aquífero Guarani é, na verdade, uma justa homenagem aos índios guaranis, nação de antigos moradores que habitaram e ainda habitam em número reduzido a região em que ele se situa. Este nome foi sugerido pelo geólogo uruguaio Danilo Antón, em homenagem à grande Nação Guarani. Segundo ele:

A designação do nome Guarani ao aquífero, além de uma homenagem, é também uma humilde intenção de começar a resgatar os valores humanos e a rica cultura dessa nação histórica, base ancestral de nossas sociedades crioulas nacionais. Este manancial subterrâneo já foi, também, denominado de Aquífero Gigante do Mercosul (BORGHETTI et al., 2004, p. 128-9).

O Aquífero Guarani está localizado sob parte da bacia hidrográfica do Prata, muito embora seus limites não coincidam – exatamente – com correspondentes regiões da Argentina, Brasil e Uruguai. A bacia geológica sedimentar e o aquífero extrapolam os limites da bacia hidrográfica em pelo menos duas extensas regiões no Brasil: uma extensa faixa ao norte de Porto Alegre, RS (Bacia Atlântica do Rio Jacuí), e outra na região do alto Rio Araguaia (ANA, 2001).

A Bacia do Prata é a terceira maior do mundo, com uma área de 3.358.383 km² (ANA, 2001), englobando Paraguai (completamente), Sudeste da Bolívia, a maior parte do Uruguai e

extensas áreas do Brasil e da Argentina. Esta bacia é formada por três rios principais: Paraguai, Paraná e Uruguai e seus afluentes, que se situam entre os mais extensos do globo.

O Aquífero Guarani inclui três zonas climáticas de grande extensão:

Parte Norte

Compreende os estados do Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e São Paulo, onde prevalece um clima tropical, com precipitação média anual entre 1.200mm e 1.600mm (UNESCO, 1996). A maior precipitação ocorre durante as estações de verão e primavera. O clima é caracterizado por verões quentes e chuvosos e por invernos secos. A temperatura média sazonal é de 20°C no inverno e de 32°C no verão.

Parte Central

Compreende os estados brasileiros do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; o Paraguai; a parte norte da Argentina; e o oeste do Uruguai. Nessas regiões o clima é subtropical, com precipitação média anual de 1.200mm a 1.800mm. Em algumas partes de Santa Catarina, foram registrados 2.000mm de precipitação anual. A distribuição das chuvas é relativamente homogênea durante todo o ano. As estações são bem diferenciadas, com invernos rigorosos, com geadas e, às vezes, com neve (por exemplo, São Joaquim em Santa Catarina). A temperatura média é 16°C no inverno e de 32°C no verão (próximo a Foz do Iguaçu chega a 34°C).

Parte Sul

Precipitação média anual de 800 mm a 1.200 mm UNESCO, (1996). O clima, que pode ser caracterizado por subtropical semiúmido, tem temperatura média de 18°C.

Sentido Norte-Sul

São 2.000 km², espalhando-se por oito estados brasileiros, o que representa 70,2% da área do aquífero.

2.1 USO ATUAL E EXPLORAÇÃO DO AQUÍFERO GUARANI

Dos países de sua área de abrangência, o Brasil, diferentemente dos demais, é o que mais intensivamente utiliza suas águas para variados fins. Segundo BORGHETTI et al., (2004). “o uso do Aquífero Guarani no Brasil em larga escala teve início no ano de 1930, com a finalidade de abastecer o município de Ribeirão Preto (SP). O surto exploratório, porém, ocorreu na década de 70”

Com objetivo de abastecimento público, os primeiros poços profundos perfurados no aquífero localizaram-se no estado de São Paulo, precisamente nos municípios de Presidente Prudente e São José do Rio Preto, com profundidades de 1.080 m e 1.136 m, respectivamente, com vazões de 500 m³ /h em cada unidade de captação. Em seguida, iniciaram-se as perfurações de mais de 70 poços nos estados de Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e São Paulo, com profundidades variando entre 652 m e 1.795 m, e vazões entre 75 m³ e 520 m³/ h (BORGHETTI et al., 2004).

No Brasil, o uso das águas do Guarani destina-se, na maioria, para abastecimento humano (70%); em segundo lugar, ao setor industrial (25%); os restantes 5% são usados na irrigação, no hidrotermalismo de lazer recreativo e terapêutico (CALCAGNO, 2001).

Um dos municípios que dependem diretamente das águas do Guarani para abastecimento público é Ribeirão Preto (SP), que tem aproximadamente 100 poços públicos em funcionamento e outros 172 particulares cadastrados (BORDINI, 2003). Entretanto, estima-se que este número seja superior a 400 (PERTICARRARI, 2003).

Em Ribeirão Preto, embora o uso das águas subterrâneas seja diversificado, sua principal utilização é o abastecimento público, que é realizado pelo Departamento de Águas e Esgotos de Ribeirão Preto (DAERP). O abastecimento público nesse município depende exclusivamente das águas subterrâneas provenientes prioritariamente do Aquífero Guarani, e excepcionalmente do Sistema Aquífero Serra Geral (CETESB, São Paulo. 1997).

Estudos de Chang (2001) apontam que dos estados brasileiros na área de abrangência do Guarani, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e Paraná são os maiores usuários dessas águas. Conclui-se, ainda, que a maioria das cidades situadas em sua área de abrangência podem ser abastecidas com as suas águas.

Diferentemente do Brasil, a Argentina utiliza maior a parte das águas do Guarani para exploração hidrotermal turística, principalmente na província de Entre Rios, pela relevância das águas termais numa região de atividade turística e pelas perspectivas de outros usos na atividade industrial (BORGHETTI et al., 2004).

Em terras paraguaias, essas águas se destinam especificamente ao abastecimento de pequenas populações de até 4.000 habitantes. Estas comunidades são localizadas nas áreas de afloramento do aquífero, onde são perfurados poços para exploração da água. A principal atividade desenvolvida pelos paraguaios na área do Guarani é a agricultura (BORGHETTI et al., 2004).

Já no Uruguai, o maior volume das águas do Guarani é utilizado para fins de lazer, o chamado turismo hidrotermal dos Departamentos de Salto e Paysandu. O País também usa a água do Guarani na irrigação agrícola e na indústria (BORGHETTI et al., 2004).

Cabe ressaltar que, se nem todas as regiões de abrangência do Aquífero Guarani exploram suas águas com mais intensidade, a razão são as dificuldades de perfuração nos tipos de rochas em que se encontram as reservas.

Ele é mais aproveitado em regiões de maior facilidade de perfuração das rochas do tipo fissural, encontradas na Serra Geral, e cenozóica, no litoral.

Pelos números, podemos ter uma noção mais exata do quanto a população brasileira se beneficia das águas do Guarani. São aproximadamente 24,9 milhões de habitantes na área que concentra o aquífero no País, o que equivalia a 14,6% da população total em 2000, abrangendo então 1.443 municípios. (BORGHETTI et al., 2004).

Dos estados brasileiros, São Paulo é o primeiro em habitantes sobre a área do aquífero. São 8,7 milhões de pessoas, distribuídas entre 417 municípios. Em segundo está o Paraná, com 5,7 milhões de pessoas, em 326 municípios. Depois vem o Rio Grande do Sul, com 4,4 milhões de pessoas, em 321 municípios.

É inegável o potencial das águas do Guarani para o desenvolvimento econômico e social em terras brasileiras.

Segundo Chang (2001), a área de abrangência do Aquífero Guarani em território brasileiro caracteriza-se por terras férteis, sendo que a produção de bens nos oito Estados que fazem parte do aquífero concentra-se na agropecuária. São Paulo, Rio Grande do Sul e Paraná apresentam o setor secundário mais desenvolvido, com significativos parques industriais, principalmente nos grandes municípios. O extrativismo mineral é incipiente em toda a área ocupada pelo Guarani (BORGHETTI et al., 2004, p. 141).

Portanto, a população brasileira na área em que se situa o Guarani se beneficia diretamente deste reservatório de água natural para várias finalidades e necessidades. O estado de São Paulo é o que mais consome água na atividade industrial; o Rio Grande do Sul é o que mais consome na agricultura (irrigação); em seguida estão Minas Gerais, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul. Para uso doméstico, destacam-se os estados do Paraná, Goiás e Mato Grosso (BORGHETTI et al., 2004).

2.2 POSSÍVEIS PERIGOS E AMEAÇAS DE CONTAMINAÇÃO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Toda água corre riscos ou probabilidade de poluição e contaminação, se não houver os cuidados necessários. Nas grandes cidades, o crescimento da utilização das águas subterrâneas tende a ser maior devido à carência e/ou à degradação das fontes superficiais, mais expostas a contaminações e à exploração. Caso as sociedades não se preocupem com o princípio da prevenção, nossos recursos hídricos estarão sob riscos constantes. As águas superficiais (rios, lagoas, lagos, etc.) são mais vulneráveis à contaminação pela fácil exposição, aliada à falta de conscientização da sociedade.

As águas subterrâneas também correm sérios riscos de contaminação pela ação humana, principalmente nas áreas mais vulneráveis dos aquíferos. O Aquífero Guarani, constituído por arenitos relativamente permeáveis devido à sua origem fundamentalmente eólica, apresenta na sua zona de recarga a maior vulnerabilidade à contaminação (BORGHETTI et al., 2004).

São vários os fatores que colocam em risco as águas do Guarani. O principal deles é a falta de controle e fiscalização por parte do governo em suas várias instâncias - federal, estadual e municipal -, que fazem vista grossa asobre perfurações de poços, tanto rasos quanto profundos. Muitos deles são abandonados sem a devida orientação e tecnologia, e em geral simplesmente abandonados. O alerta é:

Torna-se necessária a orientação junto à população, para que todos os poços abandonados, que atinjam ou não o Aquífero Guarani, sejam convenientemente selados para evitar a entrada direta de águas poluídas; e que os poços em uso sejam corretamente vedados para evitar a entrada de água contaminada no espaço anelar existente entre o revestimento dos poços e as paredes da perfuração (ZIMBRES, apud BORGHETTI et al., 2004, p. 158).

Outras preocupações constantes sobre os riscos de contaminação das águas subterrâneas são as causadas diretamente pela ação do homem. Ao contrário das águas superficiais, as águas subterrâneas têm uma proteção natural (os tipos de rocha) e estão relativamente mais protegidas dos agentes de contaminação, o que não significa que estejam imunes.

Os maiores riscos a que os aquíferos estão expostos vão desde a ocupação inadequada das áreas de recargas, que permitem a passagem da água e dos contaminantes para o interior dos aquíferos até a superexploração e exploração¹ dos limites de produção das reservas reguladoras, ou seja, a retirada de água além da capacidade de reabastecimento do aquífero.

Outros perigos são a contaminação por as fossas sépticas; a infiltração de afluentes industriais; as fugas das redes de esgotos e galerias de águas pluviais; os aterros sanitários e lixões; o uso indevido de fertilizantes nitrogenados; os agrotóxicos e pesticidas; a contaminação pela atividade da suinocultura e por atividades minerárias; a poluição por metais pesados, como arsênio, nitrato e radioatividade; contaminação por atividades bélicas; por depósitos de lixo nas proximidades dos poços mal construídos ou abandonados; por cemitérios, quando instalados em regiões geológicas desfavoráveis; por postos de

¹ Cotidianamente, usam-se a duas denominações para a extração da água subterrânea; porém, esclarecemos que, tecnicamente, exploração significa fazer o estudo da jazida; enquanto exploração é a que se refere à retirada da água subterrânea (SOUZA, 2009).

combustíveis que utilizam tanques de ferro enterrados no subsolo e, com o passar do tempo, sofrem com a corrosão, o que pode provocar vazamentos.

Um exemplo dessa contaminação é na cidade de Ribeirão Preto (SP), onde, segundo os últimos relatórios de qualidade das águas subterrâneas, se registram doze ocorrências de contaminação do solo e subsolo por postos de gasolina, seis das quais atingiram as águas subterrâneas (CETESB, apud VILLAR, 2008, p.143).

Estas são algumas das possíveis vulnerabilidades que colocam em perigo os mananciais de águas subterrâneas no Brasil e no mundo. Entretanto, no caso específico do Aquífero Guarani, é preciso medidas urgentes de prevenção, pois ainda estamos em tempo de cuidar desta riqueza, ao menos no território brasileiro.

Estudos têm revelado que as águas do Aquífero Guarani ainda estão livres de contaminação. Contudo, considerando que a área de recarga coincide com importantes áreas agrícolas brasileiras, onde se tem usado intensamente herbicidas, é de se esperar que sejam necessárias medidas urgentes de monitoramento e redução da carga de agrotóxicos, para evitar possível contaminação do mesmo com esses agentes poluentes (ZIMBRES, apud BORGHETTI et al., 2004, p. 158).

Ou seja, a reflexão é de que, se não estamos conseguindo cuidar daquilo de que necessitamos para continuidade da vida nem zelar por ele e pelo que está a olho nu em cima do solo, o que dizer sobre o que os olhos não vêem? “Como o que ocorre no subsolo não pode ser visto, não existe preocupação com o que está acontecendo” (GOUVEIA, apud SOUZA, 2009, p. 83).

3 USO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: LEGISLAÇÕES VIGENTES NO BRASIL E NO MUNDO

Embora o Brasil ostente a maior descarga de água doce do mundo nos seus rios, quando estes secarem ou só transportarem esgotos não tratados das nossas cidades, já não será possível produzir alimentos, plantar árvores e o dinheiro do bolso de pouco valerá.

(REBOUÇAS, 2004)

O uso das águas subterrâneas é milenar. Suas reservas armazenam o maior manancial de água doce no mundo. A quantidade disponível é de 10.360.230 km³ e sua abundância é consideravelmente superior à das águas superficiais dos rios, lagos, etc., com 92.168 km³. Estima-se que o Brasil tenha reservas de água subterrânea na ordem de 112.000 km³ (112 trilhões de m³).

Entretanto, nem toda água subterrânea pode ser captada, devido à sua ocorrência em grandes profundidades. Outro fator desfavorável é o alto teor de salinidade, o que pode inviabilizar seu uso. Cabe considerar que nem toda esta água disponível atende aos padrões de potabilidade vigentes, exigidos para consumo humano (BORGHETTI et al., 2004).

O uso de águas subterrâneas para suprir necessidades humanas no mundo é unanimidade em praticamente todos os países ricos, desenvolvidos, emergentes e subdesenvolvidos. Alguns deles, incluindo Brasil (Nordeste), Austrália e Líbia (regiões desérticas), com regiões áridas e semiáridas, têm na água subterrânea a única fonte de recurso hídrico disponível para consumo humano (LEAL 1999).

Segundo Rebouças (2002), países como Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Holanda, Hungria, Itália, Marrocos, Rússia e Suíça desenvolveram políticas públicas para exploração dessas águas e conseguem atender de 70% a 90% da demanda para abastecimento público.

Há, ainda, os países que são atendidos totalmente e dependem exclusivamente das águas subterrâneas, como Dinamarca, Arábia Saudita e Malta. Na Austrália, 60% do país

depende das reservas subterrâneas, e a perfuração de poços é controlada. Na cidade do México, com mais de 20 milhões de habitantes, próximo de 80% dessas pessoas também são atendidas por águas subterrâneas.

Nos Estados Unidos, onde são relativamente controladas pelos governos (federal e estadual), o uso dessas águas é relevante para a economia e o desenvolvimento social.

Perfuram-se em média 400 mil poços por ano nas últimas décadas, para irrigação de aproximadamente 13 milhões de hectares, abastecimento de 39% dos serviços municipais de água, 75% da população rural e abastecimento de indústrias. A cidade de Tucson - Arizona (população de 400 mil habitantes) - depende inteiramente de água subterrânea (REBOUÇAS, 2002, p. 143).

Já na Europa, a chamada Comunidade Econômica Européia controla totalmente seu uso. “O atendimento dos serviços públicos é prioritário, abastecendo em média 75% dos sistemas. Em alguns países, tais como Dinamarca, Suécia, Bélgica, Alemanha e Áustria, o abastecimento chega a superar os 90%” (OECD, apud REBOUÇAS et al., 2002, p.143).

Os países desenvolvidos, principalmente os que formam o bloco Comum Europeu, estão na dianteira. A União Européia iniciou as discussões sobre legislação sobre regulamentação do uso e cuidados das águas subterrâneas ainda na década de 70.

O enquadramento regulamentar em nível da União Européia (EU) para a água subterrânea surgiu no final da década de 70, com a adoção da directiva respeitante à proteção da água subterrânea contra a poluição causada por certas substâncias perigosas. Esta directiva fornece uma ferramenta para a proteção da água subterrânea que requer a prevenção da introdução (direta ou indireta) de substâncias perigosas na água subterrânea e limita a introdução na mesma de outras substâncias, de forma a evitar a poluição deste recurso. Será revogada em 2013 pela Directiva Quadro da Água. Permanecerá como um dos instrumentos legislativos efetivos da UE na prevenção ou limitação da poluição até esta data, altura em que será substituída pela nova Directiva da Água Subterrânea (EUROPEAN COMMUNITIES, 2008, p. 9).

Em 2008, o último encontro realizado pela Directiva Quadro Água (DQA) elaborou um documento - *Protecção das águas subterrâneas na Europa - A Nova Directiva da Água Subterrânea – Consolidando o Quadro Regulamentar da União Européia* - que definiu os marcos regulatórios para as massas de águas subterrâneas em termos de delineação, análise

econômica, caracterização (análise de pressões e impactos), acompanhamento e concepção de programas de medidas que garantam que até o final de 2015 a Comunidade Européia possa ter água subterrânea em quantidade suficiente e de boa composição química.

Até poucos anos, a ênfase dada ao uso da água subterrânea prendia-se principalmente ao consumo humano (cerca de 75% dos residentes da União Européia dependem dela para o seu abastecimento), reconhecendo que é também um importante recurso para a indústria (águas de arrefecimento) e para a agricultura (rega). No entanto, tem-se tornado cada vez mais evidente não pode ser considerada apenas como reservatório de água para abastecimento, mas também deve ser protegida por seu valor ambiental (EUROPEAN COMMUNITIES, 2008).

No Brasil, ainda não é possível medir com exatidão o uso quantitativo das águas subterrâneas. Um dos motivos é a falta de controle em sua utilização por parte do governo (seja ele federal, estadual ou municipal).

As águas subterrâneas, notável patrimônio nacional que vem sendo rapidamente apropriado pelos setores econômicos dominantes, ainda estão jurídica e institucionalmente desprotegidas nos três níveis.

Contudo, apesar de seus mais de 60 anos, os dispositivos do Código de Águas que disciplinam o uso dessas águas que em tese nunca foram efetivamente aplicados, resultando no extrativismo privado e público não controlado ainda vigente. Como resultado, qualquer indústria, proprietário urbano ou rural pode perfurar um poço na sua propriedade sem nenhum controle federal, estadual ou municipal e, frequentemente, sem tecnologia apropriada (REBOUÇAS, 2002).

3.1 LEGISLAÇÃO QUE NORTEIA O USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

No Brasil, a primeira versão do Código de Águas é de 1907, quando foi apresentada ao governo federal e remetida em seguida à Câmara Federal, onde, aprovada em segunda discussão, teve sua tramitação interrompida até 1934. Até 1920, à exceção das secas do Nordeste, a água no Brasil não representou problemas ou limitações. Era uma época em que a

cultura era de abundância de água, cultura que continua a prevalecer até os dias atuais (ABAS, 2010).

Nós, brasileiros, convivemos com a cultura do desperdício por causa do “Mito da abundância”. Esse mito da abundância de água doce no Brasil para uso doméstico, agrícola ou produção de energia elétrica resulta, fundamentalmente, da falta de uma ação pró-ativa das agências reguladoras do setor, que tenha por objetivo principal o uso cada vez mais eficiente de cada gota d`água disponível – superficial, subterrânea ou de reuso – como compromisso ético, ecológico e socioeconômico (REBOUÇAS, 2004).

Entretanto, o Brasil é considerado um país avançado na legislação de recursos hídricos, após adotar, em 1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433, sancionada em 8/01/1997). Esta lei representa um novo marco institucional, pois incorpora princípios, normas e padrões de gestão de água já aceitos e praticados em vários países. O Brasil é considerado detentor do mais adequado instrumento legal para assegurar a sustentabilidade do uso dos seus recursos hídricos, que foi complementado pela Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605, de 12/02/1998).

A nova lei que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamentou o art. 21 da Constituição Federal e alterou a Lei 8.001, de 13/03/1990. Na realidade, complementou o Código das Águas e trouxe uma série de inovações que pretendem dar mais dinamismo e liberdade à gestão dos recursos hídricos do Brasil (ABAS, 2010).

Devem ser ressaltados ainda os instrumentos que a Lei 9.433/1997 definiu como necessários à boa gestão do uso da água. O texto da lei proclama, com muita clareza, os princípios básicos praticados em vários países que avançaram nessa questão, e todos seguem a tendência mundial sobre a administração dos recursos hídricos (REBOUÇAS, 2002). São eles:

- 1) Plano Nacional de Recursos Hídricos - consolida todos os planos diretores de recursos hídricos de cada bacia hidrográfica, sendo sua elaboração de

responsabilidade da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) do Ministério do Meio Ambiente.

- 2) Outorga do Direito de Uso dos Recursos Hídricos - instrumento pelo qual o usuário recebe uma autorização, concessão ou permissão, conforme o caso, para fazer uso da água. A outorga constitui o elemento central do controle para o uso racional dos recursos hídricos. Quando a outorga é sobre o direito de uso de águas de domínio da União, sua concessão é dada pela SRH.
- 3) Cobrança pelo uso da água - instrumento necessário para o equilíbrio entre a oferta e a demanda.
- 4) Enquadramento dos corpos d'água em classes de uso - mecanismo necessário à manutenção de um sistema de vigilância sobre a qualidade da água. A classificação será feita com base em legislação ambiental.
- 5) Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - compreende a coleta, a organização, a crítica e a difusão da base de dados referente aos recursos hídricos, seus usos e o balanço hídrico de cada bacia, para prover os usuários e gestores com informações para o planejamento e a gestão. A gestão e a centralização das informações desse sistema serão de responsabilidade da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) do Ministério do Meio Ambiente.

A Lei 9.433/1997 incorporou alguns princípios e compromissos defendidos e estabelecidos internacionalmente na Agenda 21, durante a Conferência Rio 92. Entre os princípios básicos da lei brasileira estão:

- a) a bacia hidrográfica é a unidade para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e para a atividade de gestão desses recursos;
- b) o gerenciamento dos recursos hídricos deve possibilitar sempre o múltiplo uso da água;
- c) a água é recurso natural limitado e tem valor econômico;
- d) o gerenciamento dos recursos hídricos deve ser descentralizado e envolver a participação do governo, dos usuários e das comunidades locais;
- e) a água é propriedade pública;
- f) quando há escassez, a prioridade no uso da água é para consumo humano e dos animais.

3.2 BREVE HISTÓRICO DOS ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS NO BRASIL

A água subterrânea, no que diz respeito aos seus aspectos legais e jurídicos, destaca-se por seu marco histórico e institucional vigente e pela experiência de alguns estados da Federação que já instituíram, regulamentaram e executam as ações instrumentalizadas conforme as necessidades de gestão, uso ou proteção dos recursos hídricos no âmbito regional. Todos os estados são unânimes em exigir uma ação de disciplinamento e proteção do recurso água subterrânea, através de uma legislação eficiente que demonstre uma efetiva e real responsabilidade por parte do poder público (ANA, 2002).

► **Código de Águas - Decreto N° 24643, 10 de julho de 1934**

As águas subterrâneas eram consideradas bens imóveis, associados à propriedade da terra. Incorporava normas reguladoras que preservavam direitos adquiridos, inibiam a monopolização da exploração e a poluição das águas subterrâneas, reconhecia o fato da sua estreita relação com as águas superficiais e limitava o direito de exploração das águas subterrâneas sempre que o empreendimento interferisse na ocorrência das águas superficiais de domínio público.

► **Código de Águas Minerais - Decreto-Lei N° 7.841, 8 de agosto de 1945**

Estabeleceu normas para o aproveitamento das águas minerais. Seu conteúdo era confuso em relação à abrangência do conceito de águas minerais, ao distinguir as águas minerais das demais águas, relevando, no seu aspecto, uma "ação medicamentosa" decorrente de características físicas ou químicas distintas das águas comuns. Criou então a Comissão de Crenologia (estudo das águas minerais para fins terapêuticos) no âmbito do DNPM para verificação destas propriedades. São incluídas as águas minerais, termais, gasosas, potáveis de mesa e as destinadas para fins de balneários, estabelecendo: as características de todas, as normas reguladoras que preservem sua qualidade, a salubridade pública, os direitos de propriedade dos empreendedores, e que se informem ao poder público as características da exploração para fiscalização e monitoramento.

► **Código de Mineração - Decreto-Lei N° 227, de 28 de fevereiro de 1967**

Estabeleceu a competência da União na administração dos recursos minerais e a sistemática do regime de seu aproveitamento e reconheceu as águas subterrâneas como substância mineral dotada de valor econômico e formadora de jazida. Entretanto, persistia a idéia de regulamentar, em separado, a exploração das águas minerais das águas subterrâneas, exigindo Plano de Aproveitamento Econômico para jazidas de águas minerais, no qual se estabeleça um plano para a conservação e proteção das suas fontes.

► **Regulamento do Código de Mineração – 1968**

Apenas ratifica a inclusão de todas as águas subterrâneas, nos casos contemplados pelo Código de Águas Minerais, sob o conceito de Jazidas Minerais.

► **Portaria N° 117, de 17 de julho de 1972 - Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM)**

Disciplina as normas para a realização dos estudos *in loco* e análises bacteriológicas de que trata o Código de Águas Minerais.

► **Criação da SEMA (Secretaria Especial do Meio Ambiente) - 1973**

Com competência para estabelecer normas e padrões relativos à qualidade dos recursos hídricos, foi responsável pela inclusão de novas normas reguladoras e restritivas quanto ao uso e ocupação do solo em locais onde ocorrem fontes de surgência natural (olhos-d'água).

► **Portaria N° 1.628, de 4 de dezembro de 1984 - Ministério das Minas e Energia**

Institui as características básicas dos rótulos nas embalagens de Águas Minerais e Potáveis de Mesa.

► **Resolução N° 20, de 18 de junho de 1986 - Conselho Nacional do Meio Ambiente**

Estabelece a classificação das águas — doces, salobras e salinas — do território nacional, com base em parâmetros e indicadores específicos para melhor distribuir seus usos, especificando os níveis de qualidade requeridos, de modo a assegurar os usos preponderantes.

► **Constituição Federal – 1988**

Muda o *status* das águas subterrâneas, estabelecendo para elas um novo regime, conferindo-lhes caráter de bem público de propriedade dos estados e do Distrito Federal, e distingue claramente águas subterrâneas de recursos minerais do subsolo, sendo, portanto, as águas minerais de competência da União.

► **Portaria N° 159, de 1° de abril de 1996 - Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM)**

Estabelece os critérios para a importação e comercialização, no mercado brasileiro, de águas minerais.

► **Lei Federal N° 9.433 - 8 de janeiro de 1997**

Incorpora a mudança no domínio das águas subterrâneas, estabelecida pela Constituição de 1988, e mantém tratamento diferenciado para águas ditas minerais. Quanto à gestão das águas subterrâneas, recomenda a utilização dos mecanismos de outorga das concessões de exploração como principais instrumentos de gestão. Quanto às normas reguladoras, apresenta significativa contribuição relativa aos aspectos da poluição e superexploração de aquíferos. Proíbe a poluição das águas subterrâneas; determina o monitoramento de aterros sanitários e os estudos de vulnerabilidade de aquíferos. No campo da normatização, toda e qualquer obra de captação de água subterrânea é considerada obra de engenharia, para a qual se exige habilitação legal nas diferentes etapas de pesquisa, projeto e exploração. Alguns estados, como São Paulo, Pernambuco e Ceará, têm-se destacado com suas propostas de lei sobre conservação e proteção das águas subterrâneas, como também pela implantação do sistema de outorga de usos dos recursos hídricos como um todo. Todavia, ainda é escassa a atenção dada aos recursos hídricos subterrâneos, sendo ainda priorizadas em seus sistemas de gestão dos recursos hídricos as águas superficiais.

► **Portaria N° 231, de 31 de julho de 1998 - Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM)**

Regulamenta as ações e procedimentos necessários à definição de áreas de proteção das fontes, balneários e estâncias de águas minerais e potáveis de mesa em todo o território nacional, objetivando sua preservação, conservação e racionalização de uso.

► **Resolução N° 05, de 10 de abril de 2000 - Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)**

Estabelece diretrizes para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacias Hidrográficas, de forma a implementar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, conforme estabelecido pela Lei 9.433.

► **Lei Federal 9.984, 17 de julho de 2000 - Criação da ANA**

Esta Lei institui a ANA – Agência Nacional de Águas -, atribuindo-lhe a finalidade de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos, em articulação com os órgãos e entidades públicos e privados integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Dá competência ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos, nos termos da Lei 9.433, para promover a articulação dos planejamentos, nos diversos níveis, dos setores usuários de água. A ANA é responsável pela implementação e execução da Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH -, ficando a SRH/MMA com a deliberação e formulação da PNRH.

► **Resolução N° 12, de 19 de julho 2000 - Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)**

Estabelece procedimentos para o enquadramento de corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes, de forma a subsidiar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituído pela Lei no 9.433.

3.3 ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS EM OUTROS PAÍSES

Segundo o artigo “*A Política de Recursos Hídricos no Brasil*”, de autoria de Zilda Maria Ferrão Borsoi e Solange Domingo Alencar Torres, da Gerência de Estudos de Saneamento do BNDES, na década de 1960, alguns países como os Estados Unidos, a França, a Grã-Bretanha e a própria Alemanha renovaram suas leis e instituições, à procura de maior eficácia na recuperação e conservação dos recursos hídricos. São relacionados, a seguir, alguns casos de legislação e gestão de alguns países desenvolvidos.

França

Na França, a gestão de recursos hídricos foi iniciada em 1898. Ela teve diversas contribuições em termos de regulamentação de caráter mais setorial e culminou com a lei de dezembro de 1964, que permitiu a criação de um sistema de gestão de águas bastante racional. Segundo esta legislação, a bacia hidrográfica foi definida como a unidade básica de gerenciamento dos recursos hídricos e foi constituído um fundo de investimento.

A coordenação dos diversos serviços afins com os problemas hídricos deu-se com a atribuição de competência aos ministérios, conforme o seguinte esquema:

- o Ministério da Saúde é responsável por todos os problemas da água relacionados com a saúde pública, especialmente o controle da potabilidade das águas e do funcionamento das instalações de tratamento de efluentes urbanos;
- o Ministério da Indústria controla a exploração das águas subterrâneas e a utilização de água para geração de energia;
- o Ministério da Agricultura cuida de irrigação e drenagem e de abastecimento de água e saneamento rural;
- o Ministério do Equipamento tem a gestão de vias navegáveis e o controle das inundações;
- o Ministério do Interior co-participa em obras de infra-estrutura de abastecimento de água para cidades;
- e o Ministério do Meio Ambiente tem poder de polícia sobre as águas superficiais e subterrâneas e a competência para a coordenação interministerial.

Na estrutura francesa, o Comitê de Bacia é composto por representantes dos usuários (industriais, agricultores, distribuidores de água, associações de pescadores e de turismo, etc.), das coletividades locais (eleitos indiretamente) e do Estado (nomeados pelo governo). O

Comitê de Bacia elege metade dos membros do conselho de administração da Agência de Bacia.

A Agência de Bacia é um órgão público com autonomia financeira que atende a uma ou mais bacias. Suas atividades centram-se na atribuição de empréstimos e subsídios para a realização de obras de interesse comum e na contribuição para a execução de estudos e pesquisas. A agência tem competência para cobrar tarifas dos usuários de água, seja pela quantidade consumida, seja pela poluição provocada.

Inglaterra e País de Gales

A legislação em vigor na Inglaterra é a mesma para o País de Gales. A legislação sobre administração fluvial foi criada em 1948 e a regulamentação das águas se deu com a Lei das Águas, de 1973. O governo central tem as principais responsabilidades pela política nacional de gestão das águas.

O gerenciamento dos recursos hídricos é centralizado, admitindo algumas ações regionais. A Autoridade Nacional da Água é o órgão que determina a estratégia geral do uso dos recursos hídricos para a Inglaterra e o País de Gales e tem representantes do Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentos e das secretarias.

As autoridades regionais da água possuem as seguintes responsabilidades: conservação, desenvolvimento, distribuição e utilização racional dos recursos hídricos; drenagem, depuração de águas domésticas e de outras origens; regeneração e manutenção da qualidade das águas dos rios e de outras águas interiores; desenvolvimento e preservação das utilizações recreativas e culturais das águas interiores; utilização das águas interiores para navegação; drenagem de terras e pesca em águas.

Cada autoridade regional dispõe de um conselho de administração para sua direção, com representantes das coletividades locais, da indústria e do governo central. As autoridades locais, eleitas pelo voto, são responsáveis pela indicação dos representantes das coletividades; as organizações profissionais indicam os representantes da indústria e o governo central designa os demais membros e o presidente.

As licenças para o uso da água são concedidas por períodos de cinco anos e através de edital público. A tarifa é cobrada sobre o volume autorizado para consumo, mesmo que o efetivo consumo seja inferior, e o custo é diferenciado conforme a finalidade da captação de água, período do ano e região em que se capta. É utilizada a medição para evitar o consumo excessivo.

Estados Unidos

Os Estados Unidos têm grande extensão territorial e duas grandes regiões distintas: a leste do rio Mississippi, correspondendo a 1/3 da área do país, o clima é úmido; e a oeste do mesmo rio, abrangendo 2/3 do território nacional, o clima é árido e semiárido.

Tradicionalmente, por causa da escassez na região a oeste do Mississippi, a captação era de quem primeiro se apropriasse das fontes. No lado leste, predominava, como orientação para o uso da água, o direito ribeirinho.

Em 1965, foi publicada lei federal voltada para o planejamento dos recursos hídricos e, em acordo com seus dispositivos, todos os estados publicaram normas para o controle de poluição das águas em seus territórios. Segundo essa lei, ao ser definida uma unidade de gestão — seja uma região, uma bacia hidrográfica ou um grupo de bacias —, pode ser criada uma comissão de bacia, por proposição do Conselho dos Recursos Hídricos ou dos estados interessados. Vale ressaltar que a bacia hidrográfica não é a principal unidade de gestão no sistema norte-americano.

O Conselho de Recursos Hídricos é o órgão federal com a atribuição de preparar balanços periódicos de recursos e necessidades de cada unidade de gestão de recursos hídricos; estudar permanentemente as relações entre os planos e programas regionais ou de bacias e as necessidades das maiores regiões do país; manter estudo sobre a adequação dos meios administrativos e institucionais à coordenação das políticas e programas de água; avaliar a adequação e recomendar políticas e programas; estabelecer, consultando as entidades interessadas, princípios, normas e processos a serem usados pelas agências federais na preparação de planos globais, regionais ou de bacias, e para a avaliação de projetos relativos a

recursos hídricos federais e rever planos apresentados pelas comissões de bacia, a serem instituídos por lei.

As comissões de bacia têm como atribuições: coordenar planos federais, interestaduais, estaduais e locais relativos a recursos hídricos; preparar e manter atualizado plano global de desenvolvimento dos recursos hídricos; recomendar prioridades, a longo prazo, para coleta e análise de dados e para projetos de investigação, planejamento e construção; fazer recomendações às entidades responsáveis pelo planejamento dos recursos hídricos sobre sua prática e manutenção.

Para reforçar as medidas antipoluidoras, foi aprovada, em 1972, lei federal relativa ao controle de poluição das águas com novos parâmetros para a recuperação da qualidade das águas e com controles mais rígidos das fontes poluidoras.

Finlândia

Até 1970, o país tinha diversas agências na área de recursos hídricos, centralizadas em uma agência governamental única, o Comitê Nacional de Águas, subordinado ao Ministério da Agricultura e Florestas, responsável pela política, planejamento e gerenciamento das águas.

O comitê tem a tarefa de planejar o desenvolvimento dos recursos hídricos; controlar a poluição hídrica, implementar o abastecimento de água e o esgotamento sanitário; promover o uso recreativo dos recursos hídricos; promover o aproveitamento energético; proteger contra inundações; supervisionar os usos e pesquisar os recursos hídricos. A navegação e a pesca não estão sob seu domínio.

Para realizar o planejamento dos recursos hídricos, considerando-se a esferas nacional, a regional e a de projeto, a Finlândia foi dividida em 19 regiões, correspondentes a bacias hidrográficas ou a áreas econômicas muito definidas e importantes.

Independentes do Comitê Nacional de Águas, existem as Cortes de Água, que são cortes judiciais especializadas em recursos hídricos e que atuam de forma autônoma.

3.4 CONCLUSÕES

Do que foi visto sobre legislação e prática de gestão dos recursos hídricos em outros países, pouco se poderá aplicar no Brasil, por alguns motivos. Entre eles, por se tratar de um país de dimensões continentais e de peculiaridades regionais, o que inviabiliza uma política pública nacional homogênea.

Portanto, cabe a cada estado da Federação, com apoio do Governo Federal, através da Agencia Nacional de Águas (ANA), a busca da eficiência no gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis e a viabilização de estudos técnicos e científicos para identificar as potencialidades hídricas regionalizadas. Além disso, devem os estados fomentar políticas públicas capazes de atender às demandas das populações que sofrem social e economicamente com as políticas mal-sucedidas e de altos custos de distribuição de água no Brasil, muitas delas com altos custos econômicos e ambientais. Segundo Rebouças (2002):

O país precisa valorizar sua capacitação técnica em recursos hídricos, saneamento e meio ambiente, representada pelos profissionais pertencentes a órgãos e entidades públicas, a universidades e centros de pesquisa e a empresas privadas de consultoria especializada — gravemente ameaçada pela crise política e econômica da última década — e promover a cooperação internacional.

É necessário desenvolver e adaptar tecnologias apropriadas às peculiaridades das regiões brasileiras, capacitar e treinar recursos humanos para aplicá-las, evitando-se que o País fique defasado ou exclusivamente dependente da importação tecnológica (REBOUÇAS, 2002).

4 SUSTENTABILIDADE E USUFRUTO DO AQUIFERO GUARANI

O termo água refere-se, regra geral, ao elemento natural, desvinculado de qualquer uso ou utilização. Por sua vez, o termo recurso hídrico é a consideração da água como bem econômico, possível de utilização com tal fim. Entretanto, deve-se ressaltar que toda água da Terra não é, necessariamente, um recurso hídrico, na medida em que seu uso ou utilização nem sempre tem viabilidade econômica (REBOUÇAS, 2002, p. 1).

A terminologia sustentável é sinônimo de coerência entre o uso e a preservação consciente de um determinado bem da natureza. Ou seja, ao mesmo tempo em que se explora, se preserva para que este bem não venha a faltar às gerações futuras. Este conceito de desenvolvimento sustentável foi introduzido numa versão moderna pelo relatório “Nosso Futuro Comum”, preparado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, publicado em 1987 e coordenado pela Dra. Gro Harlem Brundtland.

Em resumo, o desenvolvimento é sustentável “quando provê as necessidades da geração atual sem comprometer a habilidade de que as futuras gerações possam prover as suas”. Esta conceituação abrange um grande leque de relações entre homem e natureza (SALATI et al., 2002, p. 39).

O termo sustentabilidade tornou-se, portanto, um mote nos fóruns de discussões sobre preservação dos recursos naturais e ambientais pelo mundo. Entretanto, a prática desta nova cultura educacional preservacionista requer uma radical mudança de hábitos e costumes sociais ainda em voga em muitos países desenvolvidos ou em desenvolvimento.

Segundo Rebouças (2004), a lógica do desenvolvimento sustentável implica um compromisso com os três Es: Ética, Ecologia e Economia. Isto significa uma mudança radical nos processos e métodos que privilegiam a lógica das grandes obras, das empreiteiras, das corporações técnicas e dos políticos que sempre sobreviveram manipulando a estratégia da escassez de água nas cidades, ou industrializando o mito das secas. Enfim, desenvolvimento sustentável é uma idéia prática de prosperidade para a humanidade que, para Rebouças, significa:

O desenvolvimento sustentável não é uma previsão de decadência, pobreza e dificuldades ambientais cada vez maiores num mundo cada vez mais poluído e com recursos cada vez menores. Vemos, ao contrário, a possibilidade de uma nova era de crescimento econômico, que tem de se apoiar em práticas que conservem e expandam a base dos recursos ambientais (REBOUÇAS, 2004, p. 27).

4.1 POLÍTICAS PÚBLICAS DE ABASTECIMENTO E PRESERVAÇÃO DA ÁGUA

No ano de 2007, em Foz do Iguaçu (PR), a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura – FAO - e entidades signatárias, além de 24 agências do Sistema ONU, reuniram-se para celebrar o do Dia Mundial da Água, com o tema cujo tema foi: “*À procura de solução para a escassez da água*”. A partir deste encontro, foi elaborado um documento intitulado a “*Carta de Princípios Cooperativos Pela Água*”. Durante este encontro, a ONU reconheceu o acesso à água de qualidade.

como um direito humano básico e prevê que, utilizando os padrões atuais de consumo, em 2050 mais de 45% da população mundial não poderá contar com a porção mínima individual de água para as necessidades básicas. Atualmente, cerca de 1,1 bilhão de pessoas não têm acesso à água potável. A projeção indica um agravamento significativo quando a população mundial atingir os cerca de 10 bilhões de habitantes” (ONU, 2007).

Portanto, os governantes no Brasil precisam atentar para essa gravidade que se avizinha e de pronto assegurar aos cidadãos que no futuro próximo tenhamos ^{remos} capacidade de suprir nossas demandas por água. Entretanto, é preciso um trabalho efetivo de parceria entre os governos eleitos, o empresariado e a sociedade civil organizada para, juntos e em consonância, estabelecer as necessidades de políticas públicas que, além de garantir a água potável para os brasileiros, possam — quem sabe? — atender a demandas externas. Essas não serão poucas, pois, segundo a ONU, os países que detêm grandes reservas naturais de água doce, como é o caso do Brasil, são potenciais fornecedores.

4.2 POLÍTICAS PÚBLICAS DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - PROÁGUA Nacional -, de iniciativa do governo federal, terá duração de três anos e recursos equivalentes a US\$ 200 milhões, 25% dos quais financiados pelo Banco Mundial (US\$ 72,5 milhões). Os 75% restantes constituirão a contrapartida nacional (União e estados). A proposta é uma política pública que se espera venha a ser bem-sucedida, principalmente por ter sua origem na experiência do PROÁGUA/ Semiárido e incluir um sistema de obtenção e adução de águas subterrâneas.

Segundo a Agência Nacional de Águas - ANA -, o projeto pretende conscientizar a população do acesso à água potável para sociedade brasileira, além de promover seu uso racional, sustentável e democrático. Ou seja, é uma política pública de acessibilidade a um bem primário à vida e ao desenvolvimento econômico e social. Para a ANA, é uma política pública que visa a:

contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população, especialmente nas regiões menos desenvolvidas do País, mediante planejamento e gestão dos recursos hídricos, simultaneamente com a expansão e otimização da infra-estrutura hídrica, de forma a garantir a oferta sustentável de água em quantidade e qualidade adequadas aos usos múltiplos. (ANA, 2007).

A partir do ano de 2007, a ANA instituiu a Agenda Nacional de Águas Subterrâneas. Seu foco central, considerando o papel da agência como um dos órgãos responsáveis pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, é fortalecer a gestão integrada de águas subterrâneas e superficiais no País, voltada, sobretudo, a dotar os órgãos gestores de recursos hídricos estaduais de conhecimento hidrogeológico, técnico-gerencial e de capacitação específica em águas subterrâneas, de forma que possam desempenhar adequadamente a gestão sistêmica e integrada desses recursos hídricos.

4.3 CUSTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS COMPARADOS AOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Segundo Rebouças (2004), o conceito de sustentabilidade tem importância-chave, não só no movimento ecológico, mas também no mundo dos negócios. No Brasil, tem-se uma cultura política de se investir maciçamente no abastecimento de águas onde prevalece a captação de águas superficiais (rios, lagos, etc.). Os custos desta política de extração de água são consideravelmente elevados. Nos países pobres e emergentes, ainda predomina o interesse pelas obras de captação dos rios, mais caras, porém, comparativamente, mais fotogênicas e geradoras de prestígio e outros benefícios aos mentores da política de “bastidor” que têm dominado o setor de recursos hídricos, particularmente no Brasil (REBOUÇAS, 2004. p. 140).

No País, o problema não é de indisponibilidade e escassez total de água; o problema é de má distribuição. É objetivo deste nosso estudo evidenciar a capacidade, a viabilidade e a importância das águas subterrâneas, em especial do Aquífero Guarani, que pode ser objeto de inclusão na política pública do Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - PROÁGUA Nacional.

A principal vantagem do uso das águas subterrâneas no abastecimento público, comparativamente com as águas superficiais, reside nos custos de captação, que são muito inferiores.

Em termos de custos, verifica-se que, mesmo nas condições mais desfavoráveis, o valor monetário médio do metro cúbico produzido é de cerca de 65% inferior àquele que seria obtido dos mananciais de superfície alternativos para abastecimento de demandas situadas entre 300 e 700 m³/h (BORGHETTI et al. p. 166, 2004).

Por esse e por outros motivos já abordados, estamos convencidos da necessidade da implantação de uma política pública efetiva e específica, voltada exclusivamente à utilização das águas subterrâneas. Algumas das vantagens do uso das águas subterrâneas a considerar, em relação às águas superficiais, são as seguintes:

- a) são mais protegidas da poluição;

- b) o custo de sua captação e distribuição é muito mais barato, pois a captação pode ser próxima da área consumidora, o que torna mais barato o processo de distribuição;
- c) em geral, não precisam de nenhum tratamento, o que, além de ser uma grande vantagem econômica, é melhor para a saúde humana;
- d) permitem um planejamento modular na oferta de água à população, isto é, mais poços podem ser perfurados à medida que aumente a necessidade, dispensando grandes investimentos de uma única vez.

4.4 POLÍTICA PÚBLICA ESPECÍFICA PARA UTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS DO AQUÍFERO GUARANI

O Aquífero Guarani possui um manancial de recursos naturais estratégicos de água potável no Mercosul que deverá ser adequadamente preservado, protegido e gerenciado. Portanto, é evidente a relevância que os recursos hídricos subterrâneos deste reservatório apresentam como alternativa viável ao suprimento das necessidades de abastecimento das pessoas em suas distintas necessidades.

Considerando as potencialidades já anteriormente mencionadas sobre Aquífero Guarani, destacamos que são várias as possibilidades de uso dessas águas, principalmente para abastecimento público em sua área de abrangência, afora outras possibilidades de emprego em atividades industriais, agroindustriais e fins turísticos nas instâncias hidrotermais.

Desse modo, a inclusão das águas subterrâneas do Aquífero Guarani na política pública do PROÁGUA Nacional é consideravelmente possível e viável, desde que haja interesse político e mobilização da sociedade. Segundo Rebouças (2004), é preciso que a sociedade organizada faça valer a Constituição de 1988 e a Lei 9.433/97.

Entretanto, na prática, a ANA deixa ainda muito a desejar.

A função política proposta para a ANA é altamente frustrante, sobretudo quando foi proposta pelo meio científico e profissional, com a percepção de

que visão sem ação não passa de um sonho. A ação sem visão é só um passatempo. Portanto, a ANA tem que ter visão e ação para evitar a manipulação tradicional da “política de bastidores” e migrar para o modelo democrático e participativo preconizado na Constituição de 1988 e na Lei 9.433/97 (REBOUÇAS, 2004, p. 150).

Conhecer e compreender outros aspectos relevantes do Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - PROÁGUA Nacional - é um dos primeiros passos para a sociedade interferir no processo governamental das políticas públicas na questão hídrica.

5 USOS DAS ÁGUAS NO BRASIL

Segundo Barbanti et al. (2002), os principais usos humanos da água são: o abastecimento humano, a irrigação, a dessedentação animal, a geração de energia elétrica, a navegação, a diluição de efluentes, a pesca, a recreação e o paisagismo.

Os usos da água são normalmente classificados em consuntivos e não-consuntivos. Usos consuntivos alteram substancialmente a quantidade de água disponível para outros usuários.

Usos não-consuntivos alteram pouco a quantidade de água, mas podem alterar sua qualidade. O uso de água para a geração de energia hidrelétrica, por exemplo, é um uso não-consuntivo, uma vez que a água é utilizada para movimentar as turbinas de uma usina, mas sua quantidade não é alterada. Da mesma forma, a navegação é um uso não-consuntivo, porque não altera a quantidade de água disponível no rio ou lago.

Seu uso na irrigação é consuntivo, porque apenas uma pequena parte da água aplicada na lavoura retorna na forma de escoamento. A maior parte dela volta para a atmosfera na forma de evapotranspiração. Esta água não está perdida para o ciclo hidrológico global, podendo retornar na forma de precipitação em outro local do planeta; no entanto, não está mais disponível para outros usuários de água na mesma região em que estão as lavouras irrigadas.

Os usos dos recursos hídricos podem ainda ser divididos em três outras categorias principais:

- a) **Infraestrutura Social:** corresponde aos usos gerais da água como bem de consumo final. Entre esses usos, podemos considerar os consuntivos - como na dessedentação, em âmbito doméstico e público (geralmente atendidos por sistemas de abastecimento de água) e os não-consuntivos, como navegação, recreação e amenidades ambientais.
- b) **Agricultura, florestamento e aquacultura:** correspondem aos usos da água como bem de consumo intermediário para a criação de condições ambientais adequadas ao

desenvolvimento de espécies animais ou vegetais. Entre eles, podemos considerar consuntivos os da agricultura, pecuária e irrigação, e os não-consuntivos, os da piscicultura, ou, finalmente, o uso de estuários.

- c) Industrial: incluindo os usos em processamento industrial ou energético, entrando a água utilizada como bem de consumo intermediário. Neste caso podemos ter os consuntivos arrefecimento, processamento industrial, termoeletricidade e transporte hidráulico, e os não-consuntivos, como mineração e hidroeletricidade.

5.1 RELEVÂNCIA SOCIAL E ECONÔMICA DO AQUÍFERO GUARANI NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA

A escassez de água vem atingindo grande parte da população mundial, que cresce a uma taxa média de 1,7% ao ano. Areladas a isso, estão as ocupações desordenadas e sem planejamento dos centros urbanos, com a conseqüente elevação da demanda por água, por ,extração excessiva dos aquíferos, desperdício, uso desinteligente e irracional, poluição, contaminação e degradação dos mananciais.

A utilização das águas subterrâneas vem se tornando uma alternativa viável, sobretudo porque as águas de superfície (águas captadas de rios, lagos e represas) estão a cada dia mais poluídas. A exploração das águas subterrâneas é um meio de acelerar o desenvolvimento econômico e social sustentável de regiões extremamente carentes ou em regiões que fazem parte da área de abrangência dos aquíferos.

Cabe ressaltar o que já abordamos anteriormente sobre a abrangência do Aquífero Guarani e sua capacidade hídrica de abastecimento, principalmente na Região Sul do Brasil, potencial produtora agropecuária, que nos últimos anos foi seriamente castigada por longos períodos de seca.

No ano de 2009, por exemplo, a estiagem nesta região provocou racionamento de água e perdas expressivas na agricultura e na pecuária. Foram mais de 200 municípios nos estados

do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e no Paraná que, de tão afetados pela estiagem, decretaram situação de emergência.

Foi-se o tempo que os problemas enfrentados pela escassez de água e longo períodos de estiagem era preocupações apenas dos habitantes do semi-árido nordestino. Recentemente, os sulistas sentiram na prática o sofrimento que seus compatriotas já suportam há anos consecutivos.

Esta problemática das secas na Região Sul foi notícia constante nos veículos de comunicações do País. Reportagem do site G1 da Rede Globo publicou a seguinte matéria no dia 9 de abril de 2009:

Trinta caminhões-pipa contratados por uma agroindústria de Chapecó começaram a abastecer a zona urbana da cidade para tentar minimizar a situação de seca que castiga a região. Os caminhões devem transportar entre 500 e 600 mil litros de água por dia, por uma distância de 28 quilômetros para atender aos bairros mais atingidos. A água utilizada no abastecimento é retirada do Rio Uruguai. A Secretaria de Agricultura de Chapecó também está transportando cerca de 150 mil litros de água por dia para propriedades do interior, com dois caminhões. Cerca de 200 propriedades estão com problemas de abastecimento para o consumo humano e animal. Segundo a Defesa Civil, 31 cidades catarinenses do Oeste, Meio-Oeste, Norte e Planalto Serrano decretaram situação de emergência ²

Este poderia ser um dos motivos para se pensar em propor que as águas do Aquífero Guarani fossem utilizadas para abastecer a população, não apenas nos períodos de estiagem, mas que fizesse parte de uma política pública de estado efetiva com vistas à exploração dessas águas que correm abaixo da superfície dessas áreas de abrangência e que poderia garantir o abastecimento público, servindo também a outras múltiplas aplicações.

Além disso, precisamos considerar que energia e água são requisitos imprescindíveis à modernização de regiões, com a consequente melhoria da qualidade de vida de sua população. Pode-se afirmar que o Aquífero Guarani se torna extremamente relevante no desenvolvimento socioeconômico das regiões onde ele ocorre. Entretanto, seu potencial hídrico disponível

² Globo.com. Acesso em: 18 set. 2010.

ainda é pouco utilizado entre os países do Mercosul. Sua exploração ainda se caracteriza por uma visão estreita sobre recursos hídricos subterrâneos, atrelada à falta de controle e de mecanismos jurídicos (o que é justificável, por envolver quatro países com legislações próprias e distintas).

6 O DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO A PARTIR DOS USOS MÚLTIPLOS DAS ÁGUAS DO AQUÍFERO GUARANI

Segundo Borghetti et al. (2004), atualmente são vários os usos das águas captadas do Aquífero Guarani. Entretanto, vale ressaltar que são muitas as possibilidades de usos dessas águas, desde que junto com outras modalidades que favoreçam a implantação de empreendimentos na região de sua abrangência. Elas são basicamente o abastecimento público, o desenvolvimento de atividades industriais e agroindustriais e o desenvolvimento do turismo.

6.1 ABASTECIMENTO PÚBLICO

É possível uma política pública que viabilize o abastecimento de água subterrânea nas cidades de pequeno, médio e grande porte na área de ocorrência. Estas populações poderão ser beneficiadas com abastecimento dessas águas. A construção de barragens economizaria alguns quilômetros de tubulações, uma vez que as obras de captação podem ser instaladas próximas às estações de distribuição.

6.2 CLIMATIZAÇÃO DE AMBIENTES

Inclui tanto a refrigeração como a calefação. A calefação com fluidos termais tem uma ampla gama de aplicações, especialmente em escala individual. A refrigeração por meio da absorção do calor do recurso geotérmico tem-se tornado muito popular, mediante o uso de bombas de calor geotérmico, as quais, subterrâneas e acopladas ao terreno, são utilizadas tanto para a calefação como para a refrigeração. Podem ser climatizados os mais diversos ambientes, como residências, condomínios, hospitais, quadras esportivas, escolas, etc. (BORGHETTI et al., 2004). A exploração desses recursos geotermiais poderá amenizar muito o frio intenso durante o inverno nas cidades do interior da área de abrangência do Aquífero Guarani, principalmente na Região Sul do Brasil.

6.3 ATIVIDADES AGROINDUSTRIAIS

A região de abrangência do Aquífero Guarani no Brasil tem-se destacado pelo potencial econômico de base na agropecuária. Portanto, um impulso econômico dessa natureza seria uma alavanca no desenvolvimento e contribuiria para conter o êxodo rural, passando a constituir um fator de permanência do homem no campo, justamente por criar melhores condições sociais, principalmente com a geração de empregos na área rural. Outro exemplo a ser considerado é na Região Sul, onde estão instaladas grandes agroindústrias e cooperativas. A utilização das águas termais do Aquífero Guarani na agroindústria pode promover o desenvolvimento desse setor. Estas aplicações são particularmente atrativas porque não requerem temperaturas muito elevadas (entre 37°C e 65°C).

Das possíveis aplicações da energia geotérmica no setor agroindustrial, podem-se destacar:

- a) Culturas em estufas (calefação de estufas): a calefação por estufa é a aplicação mais comum dos recursos geotérmicos na agricultura, com amplo desenvolvimento em muitos países. O cultivo de vegetais e de flores fora de estação ou em clima artificial, pode beneficiar-se de uma tecnologia amplamente experimentada. Atualmente, dispõe-se de diversas soluções para alcançar as condições ideais de desenvolvimento com base na temperatura ótima de crescimento para cada planta em particular.
- b) Proteção contra geadas, combinada com a irrigação: a aplicação das águas quentes do Aquífero Guarani, por inundação ou aspersão, é um dos métodos que podem combater geadas que atingem determinadas culturas.
- c) Irrigação: a irrigação que utilize as águas quentes do Aquífero Guarani pode assegurar uma produtividade elevada (com aumento de até 40%), a exemplo do arroz, cuja produtividade pode ser aumentada em até sete vezes, favorecendo a concentração da produção, orientação estratégica de colheita, encurtamento do ciclo produtivo, melhor seleção e padronização do produto, bem como maior rendimento industrial (BORGHETTI et al., 2004).
- d) Armazenamento e secagem de grãos (temperatura requerida entre 37°C e 65°C): em regiões úmidas, as condições de armazenagem afetam a qualidade dos grãos, seja em

razão da umidade como pela dificuldade de conservação por períodos mais longos, sem considerar as perdas de cereais e grãos leguminosos que, normalmente, são estimadas em mais de 15% ao ano (BORGHETTI et al., 2004). As águas quentes do Guarani, utilizadas em sistemas de circulação, poderão reduzir a umidade relativa no interior dos armazéns que estocam os grãos e outros produtos agrícolas de 95% para 50%, possibilitando, assim, a secagem de grãos e o manejo desses produtos em longo prazo, sem prejuízo de qualidade e mantendo os preços entre os períodos de safras e entressafras.

- e) Refrigeração de frutas e outros produtos agrícolas e alimentos em geral: a possibilidade amplia, ou melhor, permite baixar mais o limite da temperatura da refrigeração.
- f) Evisceração e escaldagem de aves: as águas quentes do Guarani podem ser usadas na evisceração, escaldagem e depenagem de aves, proporcionando uma economia no aquecimento da água utilizada nesses processos, que operam com temperaturas de 52°C a 65°C (BORGHETTI et al., 2004).
- g) Calefação de criadouros de animais: no âmbito da pecuária ou do desenvolvimento de espécies animais particulares, os ambientes com calefação e/ou refrigeração em instalações de baixa altura contribuem para diminuir o índice de mortalidade de recém-nascidos, aumentar o grau de desenvolvimento, controlar o grau de enfermidades, facilitar o manejo e recoleção de resíduos. Na maioria dos casos, permite melhorar a qualidade do produto.
- h) Aquicultura: consiste no cultivo controlado de organismos aquáticos. Na atualidade, essa atividade está ganhando importância em todo o mundo, devido à crescente demanda do mercado. Mantendo artificialmente uma temperatura ótima através dos fluidos termais, é possível criar uma maior diversidade de espécies, melhorar a produção e, em certos casos, duplicar o ciclo produtivo (BORGHETTI et al., 2004).
- i) Lavagem de carcaças de animais: nesses processos, a temperatura das águas oscila entre 37°C e 65°C. (BORGHETTI et al., 2004).
- j) Escaldamento e fervura de cascos, ossos e pêlos de animais abatidos em frigoríficos: esta é uma operação necessária quando tais subprodutos são vendidos para a fabricação de farinhas e pincéis.

6.4 ATIVIDADES INDUSTRIAIS

Existem algumas aplicações das águas subterrâneas no setor industrial. Destacamos as principais:

- a) Secagem de madeira: podem-se usar as águas quentes do Guarani para regular a temperatura do ar e a umidade relativa das estufas de madeiras, com o objetivo de aumentar a resistência contra a ação de fungos e insetos (BORGHETTI et al., 2004).
- b) Secagem e desidratação de vegetais e frutas: constituem-se em usos industriais importantes que requerem temperaturas moderadas. Diversos produtos, tais como vegetais e frutas, são passíveis de desidratação mediante o uso de cintas transportadoras e secadoras que geram temperaturas de ar de 40°C a 100°C. A secagem geotermal de alfafa, cebola, peras, maçãs e algas são exemplos desse tipo de uso direto (BORGHETTI et al., 2004).
- c) Fermentação da cevada para a produção de cerveja: águas com temperatura de 40°C podem reduzir o custo na produção (REBOUÇAS et al., 2002a apud BORGHETTI et al., 2004).
- d) Produção de águas envasadas.
- e) Produção de metano: a produção do metano pode ser feita a partir de resíduos orgânicos líquidos e sólidos, intermediada por bactérias que necessitam da manutenção de temperatura na faixa de 30°C a 50°C (BORGHETTI et al., 2004).
- f) Climatização de chocadeiras e aviários: nesse processo, a temperatura requerida oscila entre 37°C e 65°C.

6.5 TURISMO HIDROTERMAL

A instalação de centros de lazer hidrotermais e hidroterápicos representa uma forma de promoção de receita de expressivo significado econômico, a partir do turismo termal, especialmente se geograficamente bem-distribuídas (BORGHETTI et al., 2004). Nos últimos anos, a indústria do turismo termal registrou um crescimento significativo e considerável do ponto de vista econômico e também do “turismo da saúde”. São muitos os exemplos de exploração hidrotermal nos países de abrangência do Aquífero Guarani.

7 RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO SOCIAL E ECONÔMICO E O USO SUSTENTÁVEL DO AQUÍFERO GUARANI

Conforme já mencionamos anteriormente, os países do Mercosul da área de abrangência do Aquífero Guarani fazem uso diferenciado de suas águas. É notável a diferença de uso entre estas nações que compartilham dessa reserva hídrica. No caso do Brasil, com respeito ao aproveitamento do aquífero, são mais evidentes as necessidades de proteção e manejo sustentável. Já outros países ainda necessitam desenvolver pesquisas para melhor conhecer o sistema em seus territórios (OEA, 2001). Essas lacunas de conhecimento, porém, podem ser generalizadas aos quatro países envolvidos (BORGHETTI et al., 2004).

Nunca será demais insistir, porém, na necessidade de se estabelecer uma política pública que tenha por definição sanar grandes problemas de escassez de água principalmente nas regiões de abrangência do aquífero, sob pena de se reduzir em muito o aproveitamento desta reserva de água natural.

Algumas medidas devem ser elaboradas e executadas com amparo no conhecimento técnico-científico, com investimentos públicos das três esferas (a federal, as estaduais e as municipais). É também necessária vontade política dos governantes para resolver algumas demandas sociais que atrasam o desenvolvimento social e econômico para muitas famílias brasileiras que vivem num solo rico em água (inclusive potável), capaz de mudar suas condições de vida por muitas gerações.

Sugerimos, portanto, algumas ações imediatas a serem tomadas pelo poder público quanto ao manejo adequado dos recursos de hídricos disponíveis no Aquífero Guarani. Num primeiro momento serão necessários alguns dados:

- a) levantamento detalhado de informações de poços em atividade no Sistema Aquífero Guarani;
- b) levantamento detalhado de dados socioeconômicos da região ocupada pelo Sistema Aquífero Guarani;

- c) levantamento de dados de produção dos sistemas de abastecimento público municipais;
- d) avaliação do uso atual e potencial das águas do Sistema Aquífero Guarani, com a identificação de regiões com riscos de superexploração e de contaminação.

Segundo Salati et al. (2002), o Brasil precisa adotar algumas iniciativas para melhorar, em qualidade e quantidade, a oferta atual de água. Já existe um número razoável de estudos locais, mas há muitos mais se se pensar em países que já utilizam essa espécie de recurso hídrico, o que poderia ser viabilizado através de intercâmbio com países que já avançaram no tema. Entretanto, falta-nos ainda vontade ou uma suficiente consciência política para colocar em prática sugestões já apontada por estudos e incluí-las no Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - PROÁGUA Nacional. Dentre as sugestões para o desenvolvimento sustentável do Aquífero Guarani, destacamos:

- 1) aprofundar os estudos científicos e tecnológicos sobre recursos hídricos do País, tanto para águas superficiais como subterrâneas;
- 2) desenvolver amplo programa de educação ambiental, com foco centrado nos recursos hídricos e sua importância para a saúde, o meio ambiente e a produção;
- 3) estabelecer mecanismos que permitam um aprimoramento contínuo da legislação face à realidade da gestão da demanda e da oferta de recursos hídricos;
- 4) aprimorar a estrutura institucional envolvida no manejo, utilização e fiscalização dos recursos hídricos;
- 5) desenvolver os projetos que envolvem o manejo de recursos hídricos, tais como construção de represas e perfuração dos poços com acompanhamento técnico e fiscalização;
- 6) evitar poços clandestinos e a contaminação das águas subterrâneas por substâncias tóxicas e metais pesados;
- 7) estabelecer investimentos e facilidades para formação de recursos humanos na ciência e na capacitação técnica de preservação e utilização dos recursos hídricos;
- 8) fomentar a cooperação internacional com instituições mais avançadas com o conhecimento de hidrologia básica e aplicada;

- 9) identificar zonas com termalismo e sua incidência em diferentes atividades produtivas;
- 10) identificar zonas termais mais adequadas ao turismo termal, em função da temperatura e da qualidade das águas, mais indicadas para tratamentos médicos, banhos, massagens hidrotermais e tratamentos de beleza;
- 11) identificação das áreas com potencial de produção hortifrutigranjeira, combinando dados de solos e clima com os da temperatura das águas;
- 12) identificação das áreas mais apropriadas para a implantação de projetos construtivos de poços, levando-se em consideração as particularidades de cada região e dos caudais que se desejam extrair;
- 13) análise dos aspectos econômicos que influenciam na exploração dos recursos hídricos termais, com alternativas e opções técnicas que gerem maior benefício com o menor custo;
- 14) identificação dos impactos ambientais que, eventualmente, possam ocorrer pela presença eventual de sais e resíduos nas águas termais e por temperaturas superiores à dos ecossistemas preexistentes;
- 15) necessidade de transferência tecnológica entre os países do Aquífero Guarani e outros, para melhor aproveitamento desse recurso, uma vez que inexiste na área uma cultura de aproveitamento da água termal e suas distintas aplicações no desenvolvimento socioeconômico;
- 16) elaboração de normas e legislação comuns nas questões ambientais e na exploração das águas entre os países da área de abrangência do Aquífero Guarani.
- 17) substituição das fontes e reuso da água (exceto para consumo humano, o que não é recomendado pela Organização Mundial da Saúde).

Segundo Chang (2001), com uma população de 8.444.620 habitantes, que direta ou indiretamente fazem uso de águas do Sistema Aquífero Guarani, o consumo atual é de aproximadamente 500 milhões m³ por ano. A distribuição de 930 poços cadastrados e em atividade nos oito estados brasileiros é bastante desigual. O estado de São Paulo responde por mais da metade dos poços, vindo, em seguida, Rio Grande do Sul (20%), Mato Grosso do Sul (12%), Paraná e Santa Catarina (10%), Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás, todos com

participação inferior a 2%. Em termos volumétricos, São Paulo extrai quase 2/3 da produção atual. Mato Grosso do Sul explora o equivalente a 12%, seguido pelo Rio Grande do Sul (6%) e o Paraná (5%). Os outros quatro estados, individualmente, exploram menos que 2%.

Portanto, estamos convencidos do potencial e da relevância desta reserva hídrica que representa o aquífero, de modo que este reservatório deverá ser atentamente acompanhado com estudos técnicos e científicos capazes de sugerir que venha a constituir objeto de uma política pública eficiente e eficaz, com o intuito de beneficiar social e economicamente pessoas, famílias, municípios e regiões, além de apresentar as soluções para o uso racional e sustentável deste manancial tão estratégico para o País, o Mercosul e — por que não? — o mundo.

7.1 UMA NOVA ORDEM EDUCACIONAL PARA O USO DOS BEM NATURAIS DO PLANETA, EM PARTICULAR A ÁGUA

Uma educação consciente pode até mudar a natureza física do homem e suas qualidades, elevando-lhe a capacidade a um nível superior. Mas o espírito humano conduz progressivamente à descoberta de si próprio e cria, pelo conhecimento do mundo exterior e interior, formas melhores de existência humana. A natureza do homem, na sua dupla estrutura corpórea e espiritual, cria condições especiais para a manutenção e transmissão da sua forma particular e exige organizações físicas e espirituais, ao conjunto das quais damos o nome de educação (JAEGER, 1979, p. 3).

É preciso atentar para uma nova mudança estrutural e filosófica na educação dos seres humanos para que, suficientemente esclarecidos, possam modificar seus comportamentos. Todos nós precisamos dar nosso contributo nesta nova ordem existencial. Que o digam os gregos de outrora, na obra *PAIDEIA – A Formação do Homem Grego*. A educação é a chave para o homem abrir a razão e melhorar as condições de sua existência.

Todo povo que atinge um certo grau de desenvolvimento se sente naturalmente inclinado à prática da educação. Ela é o princípio por meio do qual a comunidade humana conserva e transmite a sua peculiaridade física e espiritual. Com a mudança das coisas, mudam os indivíduos; o tipo permanece o mesmo. Homens e animais, na sua qualidade se seres físicos, consolidam a sua espécie pela procriação natural. Só o homem, porém, consegue conservar e propagar a sua forma de existência social e espiritual

por meio das forças pelas quais a criou, quer dizer, por meio da vontade consciente da razão (JAEGER, 1979, p. 3).

O momento que atualmente estamos atravessando no planeta clama por esta razão. Razão pela preservação da vida em todas as suas instâncias, sob risco iminente de pormos fim aos recursos naturais, essenciais à vida no planeta Terra. Entre eles, o principal é a água. Portanto, há que se ter muito cuidado e reaprender a cuidar de forma sustentável. Segundo Leonardo Boff:

Sustentável é a sociedade ou o planeta que produz o suficiente para si e para os seres dos ecossistemas onde ela se situa; que toma da natureza somente o que ela pode repor; que mostra um sentido de solidariedade generacional, ao preservar para as sociedades futuras os recursos naturais de que elas precisarão. Na prática a sociedade deve mostrar-se capaz de assumir novos hábitos e de projetar tipo de desenvolvimento que cultive o cuidado com os equilíbrios ecológicos e funcione dentro dos limites impostos pela natureza. Não significa voltar ao passado, mas oferecer um novo enfoque para o futuro comum. Não se trata simplesmente de não consumir, mas de consumir responsabilmente (BOFF, 1999)

O tema “água”, portanto, como é fácil constatar, é instigante e merece da nossa sociedade um melhor conhecimento. O tema não se pode restringir simplesmente a discussões dogmáticas e ideológicas sobre o assunto, pois, muitas vezes, são movidas por interesses miúdos (particulares). O assunto deve ser pautado com urgência na agenda do Estado brasileiro, pois o interesse e a necessidade são de todos, ou pelo menos deveria ser. Para Rebouças (2004), este assunto não tem sido tratado com a prioridade devida, seja por parte do Executivo, do Legislativo ou do Judiciário, e muito menos dos partidos políticos. Entre as “commodities”, a água é a mais valiosa para a existência da vida no planeta.

CONCLUSÕES

Nosso Planeta Terra é coberto por dois terços de água, aos quais se somam as águas subterrâneas, umas e outras (superficiais e subterrâneas) importantes fontes de abastecimento para as populações.

O reservatório das águas subterrâneas constitui o maior contingente de água doce do planeta, representando mais de 97% de toda a água doce (excluídas apenas as glaciares e as das calotas polares). As águas superficiais (lagos, rios, pântanos e umidade da zona superficial do solo) representam apenas 3% (BORGHUETTI et al., 2004). O maior potencial hídrico de água potável do mundo está situado no Brasil.

Apesar desse “privilégio”, é o que tem uma das piores distribuições de água em comparação aos países de menor potencial hídrico.

Com nosso estudo pretendemos destacar o Aquífero Guarani, considerado uma das maiores reservas de água subterrânea do mundo, o que pode dar idéia do potencial hídrico em águas subterrâneas guardado em nosso subsolo e sob a responsabilidade das autoridades do País.

Abordamos este assunto convencidos da importância dos mananciais disponíveis de águas subterrâneas em território brasileiro, salientando a imensidão da reserva e a abundância da oferta a baixo custo, às mãos como alternativa viável, facilmente transformável em abastecimento.

O Brasil, entretanto, peca em políticas públicas: carece de uma legislação capaz de viabilizar a exploração dessas águas, seja para suprir a escassez que aflige muitas populações, seja para fomentar a economia regional e o desenvolvimento social das cidades situadas sobre os aquíferos.

Pelos números, é possível ter uma noção mais exata do quanto a população brasileira se beneficia das águas do Guarani. São, no País, aproximadamente 24,9 milhões de habitantes abastecidos pelo aquífero, o que, em 2000, equivalia a 14,6% da população total e 1.443 municípios.

O uso de águas subterrâneas para suprir necessidades humanas no mundo é prática comum em quase todos os países ricos, desenvolvidos, emergentes e subdesenvolvidos. A principal vantagem do uso das águas subterrâneas no abastecimento público comparativamente às águas superficiais reside nos custos de captação, que são muito inferiores.

No Brasil, ainda não é possível medir exatamente o quanto das águas subterrâneas é efetivamente aproveitado. Talvez o principal motivo seja a falta de controle, por parte do governo (seja ele federal, estadual ou municipal), sobre sua utilização.

Apesar disso, o País é considerado avançado em legislação pertinente, principalmente pela adoção, em 1997, da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433, sancionada em 8/01/1997). O texto da lei proclama, com muita clareza, os princípios básicos em uso nos vários países que avançaram nessa questão, e todos seguem a tendência mundial relativamente à administração dos recursos hídricos (REBOUÇAS, 2002).

Do que se viu sobre legislação e prática de gestão dos recursos hídricos em outros países, pouco se poderá aplicar no Brasil. Entre os motivos, o primeiro a se apontar são suas dimensões continentais e, em seguida, suas peculiaridades regionais, o que inviabiliza uma política pública nacional homogênea.

Portanto, cabe a cada estado da Federação, com apoio do governo federal, através da Agência Nacional de Águas (ANA), realizar um diligente e eficiente gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis e viabilizar estudos técnicos e científicos para identificar as potencialidades regionalizadas.

Além disso, devem os estados fomentar políticas públicas capazes de atender às demandas das populações que sofrem social e economicamente com as políticas malsucedidas e de altos custos de distribuição de água, considerando não apenas os altos custos econômicos mas, muito particularmente, os ambientais.

Nossa intenção, com o presente estudo, foi evidenciar a capacidade, a viabilidade e a importância das águas subterrâneas, em especial do Aquífero Guarani, que não poderá ser ignorado na política pública do Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - PROÁGUA Nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). *XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002*. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php. Acesso em: 18 out. 2010.

ANA (Agência Nacional de Águas). Águas Subterrâneas. Apud PEDROSA, Célio Augusto; CAETANO, Francisco A. Brasília, ago. 2002. Disponível em: http://www.uniagua.org.br/public_html/website/estudo_aguas_subterraneas.pdf. Acessado em: 11 out. 2010.

BARBANTI, Nelson Roberto; PARENTE, Katia Simões. Águas Subterrâneas: Alternativa Para Abastecimento – *XXVIII Congresso interamericano de Ingenieria Sanitária y ambiental, Cancun*. México, 27 al 31 Octubre, 2002 – Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/i-035.pdf>. Acessado em: 15 nov. 2010.

BOFF, Leonardo. *Saber Cuidar: ética do humano - compaixão pela Terra*. Petrópolis: Vozes, 1999.

BORGHETTI, N.; BORGHETTI, J. R; ROSA, E.F.F. *Aquífero Guarani – A verdadeira integração dos países do Mercosul*. Curitiba, 2004.

BORDINI, I. Quadro atual da exploração de poços. In: DAEE/IG. (Org.). MEMORIA SEMINÁRIO AQUIFERO GUARANI, Ribeirão Preto 17 a 19 de set. 2003. *Anais*. Ribeirão Preto: DAEE, 2003. p. 52-66

BORSOI, Zilda Maria Ferrão; TORRES, Solange Domingo Alencar. A política de recursos hídricos no Brasil. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 8, dez. 1997, p. 143-166.

BRASIL. *Decreto n 24.643 de 10 de julho de 1934*. Decreta o Código das Águas em território brasileiro. Brasília, 1934.

BRASIL. *Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acessado em: 23 set. 2010.

BRASIL. *Constituição da Republica Federativa do Brasil*: promulgada em 5 de outubro de 1988/ obra coletiva. 29. Ed. atual e ampl. São Paulo: Saraiva, 2002.

BRASIL. *Lei 9.433. Política nacional de recursos hídricos*. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1997.

BRASIL. Projeto de Lei da Câmara n.º 70, de 1996. Da política nacional de recursos hídricos. Brasília: Senado Federal, 1996.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. *Código de Águas*. Brasília: Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. v.1. 1980.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. SETTI, A. A. *A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos*. Brasília: 1994.

CALCAGNO, A. *Identificação de áreas para execução de programas e ações piloto e definição de termos de referência*. Atividade 9 do projeto Aquífero Guarani. Brasil: Agencia Nacional de Águas, 2001. Disponível em: http://www.ana.gov.br/guarani/gestao/gest_cbasico.htm. Acessado em: 13 set. 2010.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS. *Resolução nº 15 de 11 de janeiro de 2001*. Delega competência a SINGRH e dá outras providências. Brasília, 1997, 3 p.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS. *Resolução nº 22 de 24 de maio de 2002*. Delega competência a SINGRH e dá outras providências. Brasília, 1995.

CHANG, H.K. *Uso atual e potencial do Sistema Aquífero Guarani 2001*. Atividade 3. Aquífero Guarani. Brasil: Agencia Nacional de Águas, 2001. Disponível em: http://www.ana.gov.br/guarani/gestao/gest_cbasico.htm. Acessado em: 13 set 2010.

DECLARAÇÃO DE DUBLIN. *Organização Meteorológica Mundial/Conferência internacional sobre água e meio ambiente: o desenvolvimento na perspectiva do século 21*. Declaração de Dublin e Relatório da Conferência. 26/31 de janeiro de 1992. Dublin, Irlanda. Disponível em: <<http://www.cnrh-srh.gov.br/camaras/GRHT/itemizacao/main.htm>>. Acesso em: 11 out. 2010.

EUROPEAN COMMUNITIES 2008 - *Europe Direct is a service to help you find answers to your questions about the European Union* - Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2008. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/groundwater/brochure/pt.pdf>. Acessado em: 27 set. 2010.

JAGER, Werner. *Paidéia: A formação do homem grego*. São Paulo: Martins Fontes, 1979.

LEAL, Antonio de Souza. As águas subterrâneas no Brasil: ocorrências, disponibilidades e usos. In: FREITAS, Marcos Aurélio Vasconcelos de (org). *O Estado das Águas no Brasil*. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica; superintendência de Estudos e Informações hidrológicas; Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos; Ministério de Minas e Energia, 1999.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Classes de países em termos da oferta de água. New York, *Relatório técnico*, 2000.

PERTICARRARI, C. Plano de bacia do Rio Pardo. In: DAEE/IG. (Org.). *Memoria Seminário Aquífero Guarani*. Ribeirão Preto: 17 a 19 de set. 2003. *Anais*. Ribeirão Preto: DAEE, 2003. p. 90-95.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUDINISI, José Galizia. *Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação*. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: Escrituras, 2002. 702p.

_____. Águas Subterrâneas. In: _____; BRAGA, Benedito; TUDINISI, José Galizia. *Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação*. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Escrituras Editora, , 2002. p. 119-15,

_____. Água Doce no Mundo e No Brasil. In: _____.; BRAGA, Benedito; TUDINISI, José Galizia. *Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação*. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Escrituras Editora 2002. p. 1-37.

_____. Uso inteligente da Água. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

SALATI, Enéas; LEMOS, Haroldo Mattos; SALATI. Eneida; Água e o Desenvolvimento Sustentável. In: REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUDINISI, José Galizia. *Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação*. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. p. 39-63.

SOUZA, Luciana Cordeiro. *Águas Subterrâneas e a Legislação Brasileira*. Curitiba: Juruá, 2009.

VILAR, Pilar Carolina. Gestão das áreas de recarga do Aquífero Guarani: O caso do município de Ribeirão Preto. 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade São Paulo. São Paulo.

Sites acessados:

<http://g1.globo.com/Noticias/Brasil/0,MUL1079113-5598,00->

CAMINHOESPIPA+ABASTECEREM+AREAS+MAIS+ATINGIDAS+PELA+SECA+EM+CH
APECO.html

FREITAS, Marcos Aurélio Vasconcelos de. *O estado das águas no Brasil* (org.). 2. impr. Brasília, DF: ANEEL, SIH; MMA; MME 1999. 334 p. (O estado das águas no Brasil; 1).

ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas). *XII Congresso de Águas Subterrâneas, 2002*. Pode faltar água no planeta azul. Fabrica de Comunicação. Disponível em: http://www.abas.org/cabas/nt_0008.php>. Acesso em: 18 out. 2010.

GLOSSÁRIO

área de afloramento - exposição natural da rocha armazenadora de água causada principalmente por erosão.

área confinada - situação em que o aquífero se encontra entre duas unidades litológicas impermeáveis e sob uma pressão maior do que a pressão atmosférica.

agenda 21 - plano de metas voltado para aos desafios do século 21 (daí seu nome); traçado pelos governos mundiais, tem como base a definição de um programa que inclui a criação de mecanismos de financiamento para projetos de preservação ambiental e de transferência de tecnologias e, ainda, o estabelecimento de normas jurídicas para a proteção da biosfera.

água freática - água de origem meteórica (chuva) que se infiltra no solo, migrando, por gravidade, para níveis inferiores na zona de aeração, ocupando os vazios dentro de uma rocha ou solo, num nível abaixo do lençol de água. SIN: água vadosa; água gravitativa; água gravítica.

água subterrânea - toda a água que está contida nos espaços porosos de rochas e no solo abaixo da elevação do lençol freático.

arenito - rocha sedimentar clástica, cujas partículas, predominantemente, são do tamanho de um grão de areia (0,062 a 2 mm de diâmetro).

artesiano - expressão originada de Artois (leia-se "artoá"), cidade ao norte da França, famosa por seus aquíferos confinados; aí foram perfurados e investigados os primeiros poços profundos para atingir aquíferos confinados, datando de 1750.; originariamente, o termo referia-se a um poço com água de escoamento livre, mas atualmente se aplica a qualquer poço que penetre um aquífero confinado, ou simplesmente ao próprio aquífero (TODD, 1959); em muitos casos, a pressão da água nestas camadas confinadas é tal que quando se perfura um poço a água é empurrada além da superfície, dando origem a poços jorrantes.

autodepuração da água - processo natural de purificação da água, que reduz a poluição orgânica. Ex.: há espécies de plantas aquáticas que absorvem poluentes.

bacia geológica - qualquer região da terra abaixo de um nível-base de erosão e que recebe ou recebeu sedimentos ou material vulcânico em episódios de colmatagem, intercalados com episódios de não-deposição e de erosão, resultando em um pacote de rochas sedimentares/vulcanossedimentares, com superfícies de discordância, que registram processos geológicos e geotectônicos associados com a evolução dessa região.

bacia hidrográfica – 1. conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes; a noção de bacias hidrográficas inclui naturalmente a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores d'água, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes, etc.; em todas as bacias hidrográficas deve existir uma hierarquização na rede hídrica e a água escoar normalmente dos pontos mais altos para os mais baixos; o conceito de bacia hidrográfica deve incluir também noção de dinamismo, por causa das modificações que ocorrem nas linhas divisórias de água sob o efeito dos agentes erosivos, alargando ou diminuindo a área da bacia; 2. diz-se também

da região contida entre divisores de água em que toda a água que aí precipitar sairá por um único exutório (foz).

cacimba - o mesmo que poço escavado.

camada impermeável - camada que não permite a passagem da água.

caudal econômico de extração (de um aquífero) - valor máximo do caudal que se pode extrair artificialmente de um aquífero, em médio prazo, sem diminuir continuamente o seu nível, esgotar as reservas ou alterar a natureza química da água; ponto a partir do qual o valor de extração não é economicamente viável.

ciclo hidrológico - é a contínua e natural circulação da água pelas esferas terrestres (atmosfera; biosfera; litosfera; hidrosfera); o volume global de água na terra envolvido no ciclo hidrológico é de 577.000 km³/ano.

clasto - termo que significa fragmento; assim, rochas detríticas sedimentares, como conglomerados e arenitos, são rochas elásticas; as texturas de rochas fragmentárias, por metamorfismo dinâmico, são cataclásticas (a textura porfiroclástica é uma delas); os fragmentos vulcânicos retrabalhados são epiclásticos.

colmatagem - deposição de material sedimentar em geral ou material coluvionar, resultando no aterramento ou entulhamento de áreas mais baixas.

convecção - transporte de calor pela circulação ou movimento das partes aquecidas de um líquido ou de um gás.

diabásio - rocha ígnea intrusiva, de cor preta a verde-escura, composta predominantemente por feldspatos cálcicos; não contém quartzo; ocorre normalmente na forma de diques ou massas intrusivas; é usada no calçamento de ruas, com a denominação genérica de pedra portuguesa.

dique - origina-se da consolidação de magma que penetrou em terreno com rochas mais antigas, de forma a interceptar suas estruturas; normalmente são corpos verticais, chegando a centenas de metros de comprimento e a algumas dezenas de metros de espessura. Ex.: diques diabásicos.

erosão - retirada e transporte do solo e da superfície do terreno pela ação da água, do vento e do gelo; o material transportado recebe o nome de sedimento e vai dar origem às rochas sedimentares.

estratificação - estrutura originada pela acumulação progressiva de qualquer material que tenda a formar camadas definidas por descontinuidades físicas e/ou por nítida passagem textural, estrutural ou química; esta estrutura é mais típica de rochas sedimentares na forma de camadas, lâminas, lentes ou cunhas; origina-se de variações das condições geológicas, físicas, químicas e/ou biológicas durante a deposição do sedimento; aplicável também a rochas plutônicas, vulcânicas e de deposição filoniana progressiva, como ocorre em muitos minérios.

feldspato - o mais comum dos minerais na crosta terrestre; trata-se de um silicato de alumínio, potássio, sódio ou cálcio, facilmente decomposto pelo intemperismo químico, transformando-se em argila.

fonte - é aquela ocorrência de água subterrânea que aflora de forma concentrada em superfície. SIN: nascente.

fratura - espaço vazio de uma formação geológica, ou seja, ruptura da crosta terrestre ou de corpos rochosos sem deslocamento dos blocos resultantes.

geyser - fonte de águas termais em regiões vulcânicas, caracterizada por ejetar intermitentemente vapor de água, às vezes a intervalos de tempo precisamente iguais aos do Geyser Old Faithful nos EUA.

glaciar - do gelo ou das geleiras.

gnaisse - rocha metamórfica essencialmente quartzo-feldspática, granulação frequentemente média a grossa; a estrutura é muito variável, desde maciça, granitóide, com foliação dada pelo achatamento dos grãos, até bandada, com bandas, geralmente milimétricas a centimétricas, quartzo-feldspáticas alternadas com bandas mais máficas; derivada de processos de segregação metamórfica que culminam em rochas migmatíticas.

gondwana - antigo continente, existente até o fim da era paleozóica, quando América do Sul, África, Índia, Austrália e Antártica estavam unidas (terra dos gonds, povo da Índia).

gradiente geotérmico (grau geotérmico) - profundidade, em metros, necessária para que a temperatura aumente um (1) grau celsius (símbolo: °C); o aumento da temperatura do interior da terra por unidade de profundidade é de aproximadamente 3,3°C por 100 m no Brasil, o gradiente geotérmico médio é de 1°C/30 m.

jorro - é o fluxo espontâneo de água de um poço em aquífero confinado. SIN: artesianismo.

lençol freático - superfície que delimita a zona de aeração e a zona saturada; a pressão da água nesta superfície está em equilíbrio com a pressão atmosférica; o lençol freático tende a acompanhar o modelo topográfico e oscila, ao longo do ano, sendo rebaixado com o escoamento para nascentes ou elevado com a incorporação de água infiltrada da chuva e/ou de degelo; os lençóis freáticos abastecem os mananciais e são importantes como fonte de água para a população não abastecida por rede pública; por serem rasos, são muito vulneráveis à poluição.

litologia - é todo material geológico formador da crosta terrestre. Ex.: areia; argila; granito; sedimento; rocha.

metro cúbico (m³) - equivale a 1.000 litros.

organolépticas - são as propriedades da água que afetam os sentidos: cor; odor; sabor; calor; normalmente a água subterrânea é incolor, inodora e insípida.

pântano - 1. grande depósito artificial de água, formado por um muro grosso que se constrói através de um rio, arroio ou canal, para armazenar a água a fim de regular seu curso fora da bacia; 2. zona, geralmente na desembocadura dos rios, mal-drenada e permanentemente úmida; 3. terreno baixo, inundado na estação das chuvas, e geralmente úmido em qualquer época.

percolação - é a capacidade de um fluido deslocar-se em um meio poroso.

poço tubular (artesiano) - é aquele perfurado em aquíferos artesianos ou confinados; o fenômeno do artesianismo é uma característica do aquífero e não do poço; um poço perfurado a máquina, num aquífero livre, deve ser chamado de poço profundo ou poço tubular profundo, para se diferenciar dos poços rasos, escavados manualmente; as companhias perfuradoras de poços têm usado erradamente o termo “poço artesiano” para todo e qualquer poço perfurado através de máquinas; a referência “poço artesiano” é incorreta.

poço jorrante - poço perfurado em aquífero artesiano, do qual a água jorra naturalmente na superfície do terreno.

potabilidade - qualidade de potável.

poro - é todo aquele espaço não-sólido, dentro de um corpo sólido e pode ser: detrítico, fraturado, vesicular, vugular.

ppm - é a abreviação de partes por milhão de solvente em soluto; é equivalente a miligramas por litro (mg/l) se a concentração da solução for baixa.

quartzo - segundo mineral mais importante na formação das rochas graníticas e gnaisses da crosta terrestre; sua fórmula química é SiO₂ (óxido de silício); é mais duro do que os feldspatos; é um mineral dificilmente atacado pelo intemperismo químico, razão pela qual forma a fração arenosa dos solos; no processo de transporte, é separado, sendo depositado em locais diferentes daqueles onde são depositadas as argilas originadas pela decomposição dos feldspatos e micas.

recursos hídricos internos renováveis (RHIR) - inclui a média anual do escoamento dos rios e a recarga dos aquíferos oriundos da precipitação que ocorre dentro dos limites do país ou região; medida em quilômetros cúbicos por ano (km³/ano).

reserva - é a quantidade de água existente no sistema; unidade: m³.

sistema aquífero - é a unidade aquífera formada por mais de uma formação geológica, com características hidrogeológicas semelhantes, hidraulicamente interconectadas.

tempo geológico - escala de tempo usada no estudo de fenômenos geológicos, tendo como unidade milhões de anos.

transpiração - processo pelo qual a água absorvida pelos vegetais se evapora para a atmosfera.

uso de água na agricultura - inclui principalmente irrigação e, em escala bem menor, manutenção de animais.

uso de água no setor doméstico - inclui dessedentação, mais o uso nas casas, municipalidades, estabelecimentos comerciais e serviços públicos. Ex.: hospitais.

vazão - é o volume de água que passa na área perpendicular à direção do fluxo, num dado tempo; ocorre em função do gradiente de potencial; unidade: m³/s. SIN: descarga.

zona de aeração - região entre o lençol freático e a superfície do terreno; recebe este nome porque está preenchida por ar atmosférico e contém pouca água, na forma de umidade; esta camada do solo é importante na purificação das águas que se infiltram, atuando como filtro,

como zona de oxidação de matéria orgânica e de retenção de uma gama variada de metais pesados; é a zona não saturada acima da superfície freática; inclui a zona capilar, em contraposição com a zona de saturação. SIN: aerada, vadosa, insaturada, não saturada.

zona árida - região onde a evaporação excede permanentemente a precipitação.

zona de recarga -1. local ou área onde a água passa da superfície do terreno para o interior do solo, indo alcançar a zona saturada; 2.área onde ocorre infiltração capaz de alimentar o aquífero.

zona semiárida - região onde a evaporação excede frequentemente a precipitação.